

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

FACULTAD DE MEDICINA  
DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA



**TESIS DOCTORAL**

**Artrodesis subastragalina artroscópica**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

**Jesús Enrique Vilá y Rico**

Director

Luís Fernando Llanos Alcázar

**Madrid, 2014**

Universidad Complutense de Madrid  
Facultad de Medicina  
Departamento de Cirugía



# “Artrodesis subastragalina artroscópica”

J. Vilá y Rico

Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

Madrid, 24 de febrero de 2014



Universidad Complutense de Madrid  
Facultad de Medicina  
Departamento de Cirugía



# “Artrodesis subastragalina artroscópica”

J. Vilá y Rico

Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

DIRECTOR TESIS DOCTORAL: PROF. DR. L. F.LLANOS ALCÁZAR

Madrid, 24 de febrero de 2014



INFORME DEL DIRECTOR/ES DE LA TESIS	
Nombre LUIS FERNANDO LLANOS ALCAZAR	D.N.I 00116557Q
Centro UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID	
Nombre	D.N.I
Centro	
Nombre	D.N.I
Centro	

EVALUADORES ESPECIALISTAS EN LA MATERIA	
Nombre LUIS FERRANDEZ PORTAL	D.N.I
Centro UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID	
Nombre ANDRÉS CARRANZA BENCANO	D.N.I 28382760R
Centro UNIVERSIDAD DE SEVILLA	

APROBACIÓN DEL DEPARTAMENTO/COMISIÓN RESPONSABLE DEL PROGRAMA DE POSTGRADO (3)	
<p>A la vista de los informes emitidos por los Directores de la Tesis, así como los informes de los especialistas indicados en los apartados anteriores, se autoriza la admisión a trámite de la Tesis Doctoral, enviándose a esa Comisión de Doctorado, para la designación y nombramiento del Tribunal, dando conformidad a la siguiente documentación que se adjunta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Informe del cumplimiento de los criterios establecidos para garantizar la calidad de la tesis.</li> <li>* Informes favorables de los especialistas indicados.</li> <li>* Informe del Director/res de la Tesis Doctoral.</li> <li>* Informes de idoneidad de cada uno de los miembros del tribunal de la propuesta realizada.</li> </ul>	
Fecha _____	Fdo: _____
Este apartado unicamente deberá cumplimentarse cuando corresponda	
<input type="checkbox"/> FORMATO PUBLICACIONES  <input type="checkbox"/> MENCIÓN EUROPEA	<input type="checkbox"/> AUTORIZACIÓN PRESENTACIÓN EN OTRO IDIOMA  <input type="checkbox"/> SE AUTORIZA LA ACTUACIÓN DE VOCALÉS (MÁXIMO 2) POR VIDEOCONFERENCIA
Conforme:	Fdo: _____





**La Tesis Doctoral de D. Jesús Vilá y Rico**, titulada *”Artrodesis subastragalina artroscópica”*, cumple los requisitos de Calidad

**El tema** del presente estudio es de gran trascendencia en la actualidad por la elevada morbi-mortalidad que comporta esta patología.. Por este motivo el planteamiento de nuevas y más eficaces alternativas terapéuticas en ésta patología y su ensayo previo en animales de experimentación, abre un esperanzador futuro para ésta enfermedad.

En la **Introducción** se actualiza éste tema con una bibliografía que recoge los trabajos clásicos, así como las últimas publicaciones científicas, tanto sobre la fisiopatología como de las terapias correspondientes. La hipótesis y los objetivos del trabajo son claros y concisos.

El **Material y Métodos** se caracteriza por su rigor metodológico, dada la complejidad del trabajo. El diseño experimental es correcto y está suficientemente explicado como para permitir reproducir los experimentos y las técnicas utilizadas en el trabajo a otros investigadores.

Los **Resultados** de éste estudio permiten verificar la hipótesis de Investigación y se exponen con gran claridad, incluyéndose numerosas Tablas y Figuras que permiten una comprensión clara de los principales resultados. Finalmente, en la **Discusión** se integran todos los datos obtenidos tras el estudio de las alteraciones que comporta esta patología.

Las **Conclusiones** obtenidas en éste estudio son de gran interés porque demuestran la utilidad de los presentes resultados en la clínica humana. La importancia de éste trabajo de investigación se fundamentaría por tanto en que sus resultados permiten, en primer lugar un mejor conocimiento de los mecanismos fisiopatológicos implicados en su producción, además supone una esperanzadora opción terapéutica para los pacientes que sufren esta enfermedad .

**Por todas las razones expuestas considero que este trabajo de investigación es de indudable valor en el campo de la cirugía y que puede optar su autor a la obtención del Grado de Doctor en Medicina y Cirugía.**

**Madrid, 24 febrero de 2014**

**Prof. Jaime Arias Pérez**  
**Director del Departamento de Cirugía**

**COMISIÓN DE DOCTORADO**  
**UCM**

## Dedicatoria

A LUIS FERNANDO LLANOS ALCÁZAR,  
sin su tesón "aragonés" y constancia  
jamás hubiese llevado a buen puerto esta Tesis.  
Por enseñarme todo lo que se puede  
enseñar y todo lo que no se puede enseñar.

## Agradecimientos

A JAVIER DE LA CRUZ (Unidad de Investigación Clínica, Epidemiología Clínica y Bioinformática del Instituto de Investigación del Hospital Universitario 12 de Octubre de Madrid) por su apoyo, por creer en esta Tesis Doctoral y su enorme aportación al tratamiento estadístico descriptivo y comparativo de los datos.

A PAU GOLANÓ por su generosidad y excelentes preparaciones.

Pau ha sido de enorme ayuda en la formación anatómica de los traumatólogos de este país, con su gran contribución a nivel mundial en el conocimiento y descripción de portales y relaciones vasculonerviosas en la anatomía artroscópica.

A LAS DRAS. MELLADO ROMERO, BRAVO GIMÉNEZ Y JIMÉNEZ DÍAZ por su gran ayuda, paciencia y valía.

AL PROFESOR SAÑUDO Y LA DRA. DÍEZ NICÓLAS por que hace muchos años pasamos unas tardes estupendas en el Departamento de Ciencias Morfológicas I de la Universidad Complutense de Madrid, que hoy han servido para apoyar esta tesis y las descripciones anatómicas de los portales artroscópicos/endoscópicos posteriores.

A LA SECCIÓN B Y UNIDAD DE ARTROSCOPIA DEL SERVICIO CIRUGÍA ORTOPÉDICA Y TRAUMATOLOGÍA DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO 12 DE OCTUBRE DE MADRID sin los que no hubiese sido posible desarrollar mi actividad asistencial; por su ayuda, apoyo y amistad.

## Abreviaturas y acrónimos

**PPVA** Pie Plano Valgo Adquirido

**DTTP** Disfunción Tendón Tibial Posterior

**TC** Tendón Calcáneo (Tendón de Aquiles)

**FHL** Flexor Hallucis Longus

**FDC** Flexor Digitorum Communis

# Resumen estructurado

## 1. Introducción.

La articulación subastragalina esta constituida por tres uniones anatómicas establecidas entre la porción inferior del astrágalo y la dorsal del calcáneo. Dichas superficies articulares poseen una compleja configuración, de forma que la superficie superior del calcáneo y la cabeza del astrágalo constituyen un ovoide convexo, mientras que la superficie media y anterior del calcáneo y la superficie navicular del astrágalo constituyen un ovoide cóncavo. Esto hace que cuando desliza la superficie ovoidea convexa sobre la cóncava se produzca un giro, traslación y rodamiento hacia el lado opuesto al movimiento<sup>(2)</sup>. Por el contrario al deslizarse la superficie ovoidea cóncava sobre la convexa, el movimiento de rodamiento que se produce junto a la traslación y el giro posee la misma dirección del deslizamiento.

El complejo articular subastragalino se mueve alrededor de un mismo eje, de orientación oblicua, que penetra por la región posterolateral del calcáneo, pasa perpendicular al seno del tarso y sale por la zona superomedial del cuello del astrágalo. El eje denominado de Henke, forma un ángulo de 42° con el plano transversal y de 16° con el plano sagital. Esta orientación en el espacio origina un movimiento de desplazamiento conjunto en los tres planos del espacio: flexión plantar-supinación-adducción (inversión) y flexión dorsal-pronación-abducción (eversión).

La estabilidad ósea de la articulación subastragalina posterior se consigue con la posición en valgo del calcáneo. En esta posición, el contacto y la congruencia entre las superficies articulares son máximos. En la cadena cinemática abierta, el calcáneo es el responsable del movimiento<sup>(5)</sup>.

La articulación subastragalina y la articulación del tobillo se comportan funcionalmente como un cardan heterocinético. Sus ejes de giro están situados en planos diferentes, de tal forma que los movimientos que tienen lugar en cada una de ellas implica el movimiento de la otra<sup>(6)</sup>.

El concepto de artrodesis engloba, aquellas técnicas destinadas a bloquear completamente una articulación suprimiendo por completo la movilidad articular de ésta<sup>(9)</sup>. Si la única finalidad fuera ésta, representaría una pérdida de la capacidad funcional del sujeto y sería una técnica que plantearía considerables reservas al cirujano a la hora de emplearla. El concepto de artrodesis hay que entenderlo desde un punto de vista más amplio, como concepto funcional y no anatómico con una finalidad puramente mecánica.

Por artrodesis subastragalina se entiende la fusión quirúrgica de la parte posterior de la articulación subtalar, es decir la formada entre la superficie cóncava del astrágalo y la convexa de la cara superior de la tuberosidad calcánea.

La indicación más frecuente de artrodesis subastragalina aislada es la artrosis postraumática dolorosa, tras fractura de calcáneo o astrágalo –menos frecuentemente-<sup>(9)</sup>. Otras indicaciones son la artrosis subastragalina primaria –excepcional-, pie plano valgo adquirido del adulto (PPVA) con disfunción del tendón TTP (DTTP), malformaciones congénitas (coaliciones tarsales), disfunción neuromuscular o enfermedades inflamatorias.

La primera descripción histórica de un artrodesis en pie proviene del año 1909 realizada por Ducroquet y Launay<sup>(14)</sup>. Realiza una descripción de la técnica quirúrgica, vía de abordaje y resección de las superficies articulares para llevar a cabo un triple artrodesis del tarso. Existen artrodesis articulares y extraarticulares o artrorrrisis como la descrita por Grice<sup>(15)</sup> en el año 1952.

La artrodesis subastragalina, se cree que fue descrita por primera vez, en 1912 por Van Stoc-kum<sup>(17)</sup>. La artrodesis subtalar tuvo una gran difusión gracias a Gallie<sup>(18)</sup>, entre los años 50 al 65 en el tratamiento de las fracturas conminutas de calcáneo, dicho autor introdujo el abordaje posterior en las artrodesis postfractura de calcáneo.

Durante todos estos años se han desarrollado multitud de técnicas y abordajes, así como sistemas de fijación. Actualmente existe una gran tendencia a la cirugía mínimamente invasiva o por mínima incisión, al uso de abordajes más limitados y sistemas de osteosíntesis percutáneos; todo ello se aúna en el desarrollo de las técnicas artroscópicas. Pero es digno de mención que ya Grice<sup>(15)</sup> y Malvárez<sup>(16)</sup> - en su artículo publicada en la Rev. Ortop. Traumatol. en 1957- se referían a la artrodesis subastragalina extraraticular como artrodesis mínima.

La primera descripción de una artroscopia de la articulación subatlar corresponde a Parisien y Vangness<sup>(28)</sup> en 1985. La artrodesis subastragalina artroscópica fue desarrollada en 1992 por Tasto<sup>(31)</sup>.

## 2. Técnica quirúrgica.

En el año 2000 van Dijk<sup>(37)</sup> describe los portales endoscópicos posteriores que nos permiten un excelente y seguro acceso a las estructuras posteriores del tobillo y articulación subastragalina. En el borde medial de la articulación subastragalina se encuentra el tendón del *flexor hallucis longus* (FHL), es imprescindible su identificación: el FHL nos marca el “límite de seguridad”, medial al tendón se encuentra el *flexor digitorum communis* (FDC) y el paquete vasculonervioso *tibialis posterior*. Nuestro campo de trabajo estará entre el FHL y lateralmente hasta el maleolo peroneo y región posterolateral de la articulación subtalar.

En aquellas ocasiones en las que es necesario realizar una fusión tibiotarsoalcalcánea sin desaxaciones del retropie, podemos realizar dicha fusión empleando los portales endoscópicos posteriores y optamos por la osteosíntesis con un clavo retrogrado<sup>(45)</sup> como publicamos en el *Foot and Ankle Surgery* en el año 2013.

Es importante conseguir una perfecta coaptación de las superficies articulares para asegurar una correcta consolidación.

## 3. Hipótesis y objetivo.

Los resultados de la artrodesis subastragalina artroscópica son superiores a las técnicas abiertas convencionales en lo que se refiere a tasa de consolidación, tiempo hasta la consolidación y número de complicaciones.

El objetivo del trabajo es analizar nuestra experiencia en la artrodesis subastragalina artroscópica, valorar nuestros resultados globales (diferencia en los valores pre y postoperatorios en la escala de la AOFAS, tasa de consolidación y complicaciones) y la influencia de otras variables (etiología, edad, sexo, lateralidad, sistemas de fijación y desaxaciones del retropie) en los resultados según la escala de la AOFAS, tasa de complicaciones y fusión articular.

Y realizar una detallada revisión bibliográfica de los trabajos publicados, haciendo especial hincapié en los resultados, tasa de consolidación, métodos de fijación y complicaciones de la artrodesis subastragalina mediante técnicas abiertas, mínimamente invasivas y aquellas técnicas endoscópicas que emplean los portales endoscópicos anterolateral y posterolateral.



## 4. Material y método.

El objetivo del trabajo es analizar nuestra experiencia en la artrodesis subastragalina artroscópica, valorar nuestros resultados globales (tasa de consolidación y complicaciones) y la influencia de la etiología, sistemas de osteosíntesis y eje del retropié en los resultados según la escala de la AOFAS<sup>(46)</sup>, complicaciones y fusión articular.

### 4.1. Criterios de inclusión.

Pacientes intervenidos de artrodesis subastragalina artroscópica:

- Artrodesis empleando los portales endoscópicos posteriores.
- Con un seguimiento mínimo de 24 meses y que hayan acudido a revisión clínico-radiológica durante el periodo del estudio.
- Pacientes en los que no se ha realizado otro gesto quirúrgico asociado (osteotomías de calcáneo, tenorrafias de refuerzo del TTP,...).

### 4.2. Material y método.

He revisado 65 pacientes intervenidos de ASA entre mayo de 2004 y febrero de 2011 con un seguimiento mínimo de 24 meses y medio de 57.54 meses (rango 24 – 105 meses) por un único cirujano. La edad media fue de 50.03 años (DS 15.61). Los pacientes más jóvenes correspondían a aquellos que habían sufrido una fractura de calcáneo. Los pacientes que presentaban PPV con DTTP suelen ser mujeres perimenopáusicas.

En la serie global el 58.46% eran hombres, y el 41.54% mujeres; si bien, en el grupo de la DTTP existía un predominio mujeres y en el de las secundarias a fracturas de calcáneo de varones. Por lo que respecta a la lateralidad, el 61.54% de las artrodesis eran derechas y el 38.46% izquierdas.

En cuanto a la etiología, dividimos a los pacientes en tres grupos. Grupo 1, aquellos pacientes que presentaban secuelas de fracturas intratálamicas de calcáneo; grupo 2, pacientes diagnosticados de pie plano adquirido del adulto con DTTP y el grupo 3, pacientes que presentaban artrosis subtalar primaria. La mayoría de los pacientes, debido a las características de los centros de trabajo correspondía a secuelas de fracturas intratálamicas de calcáneo (56.92%) siendo 24 casos del tipo III (36.92%) y 13 del tipo IV (20%) de Sanders<sup>(47)</sup>, seguida del grupo 2, pacientes

con pie plano adquirido del adulto con DTTP (36.93%) grados II (3.08%) y III (33.85%) de Johnson<sup>(48)</sup> que posteriormente modifica Myerson<sup>(49)</sup> y tan sólo existían 4 pacientes con artrosis primaria subtalar aislada (6.15%).

En cuanto al tiempo transcurrido desde el inicio de la sintomatología hasta la intervención, la demora media fue de 17.33 meses (9-43 meses).

Existían distintos tipos de configuración de la osteosíntesis de la artrodesis subtalar empleándose: 1 tornillo canulado de 6.5. mm en 12 casos (18.46%), 1 tornillo canulado de 7.3 mm en 40 pacientes (61.54%) y 2 tornillos canulados paralelos de 7.3 mm en 13 casos (20%).

De la muestra global, 6 pacientes presentaban desaxaciones en valgo.

## 5. Resultados.

Los resultados se evaluaron siguiendo la escala de la AOFAS del retropié<sup>(46)</sup>. La AOFAS preoperatoria fue de 51.52 puntos (19-61 puntos), pasando a 81.86 puntos (60-94 puntos) en el postoperatorio.

No hay diferencias significativas de consolidación poniendo 1 o 2 tornillos (aunque tardan algo más en consolidar los de 1 tornillo de 6.5mm) y tampoco en las complicaciones (aunque tardan más en consolidar también los casos complicados).

## 6. Discusión.

La técnica artroscópica, ofrece unas ventajas indiscutibles, se relaciona con un menor daño de partes blandas respetando la vascularización y propiocepción del calcáneo y astrágalo lo que podría favorecer la fusión articular. De ahí que en general, las tasas de pseudoartrosis que hay publicadas nos hablan de un 10-30%<sup>(20-27,34)</sup> en los procedimientos abiertos y una tasa de no unión en torno a un 0-5%<sup>(34-36,40-43)</sup> con la técnica artroscópica; siendo también el tiempo medio en semanas hasta conseguir la fusión es 10-15 semanas y 9-11 semanas respectivamente<sup>(34)</sup>. Los portales endoscópicos posteriores<sup>(37)</sup> ofrecen un excelente acceso a la parte posterior del tobillo.

Coughlin et al<sup>(67)</sup> demostraron que la confirmación de la fusión sólo podía realizarse de forma más fiable realizando un TAC. Una fusión sólida se define como aquella que en los estudios de imagen evidencian trabeculación ósea cruzando el área de artrodesis, definiendo como sólida aquella artrodesis que suponga más del 50% de la superficie articular subtalar. Otros estudios sin embargo postulan que con una tasa de fusión superior al 30% se obtienen buenos resultados funcionales<sup>(68)</sup>. Concluimos que “la fusión articular no puede determinarse con precisión mediante radiografía estándar. La Tomografía Axial Computerizada se presenta como una técnica de gran valor en la valoración de la trabeculación ósea tras la artrodesis subastragalina artroscópica, proyectándonos una visión multiplanar que posibilita la evaluación cuantitativa de la misma en base a la reorganización de los haces trabeculares interarticulares”<sup>(69)</sup>.

No existe acuerdo en cuanto a la configuración que confiera a la artrodesis subastragalina mayor estabilidad y si se va a correlacionar con una mayor tasa de consolidación y una fusión más precoz. Para algunos autores esta variable es la más importante en la fusión subtalar<sup>(71)</sup>.

En resumen, los estudios biomecánicos<sup>(72,78,79)</sup>, sugieren que es recomendable utilizar dos tornillos divergentes y sobre todo aquellos casos en los que la calidad del hueso se vea comprometida, pacientes con factores de riesgo identificados o en cirugías de revisión.

Utilizamos tornillos de 6.5 a 8 mm de diámetro. Los análisis de estabilidad en función del diámetro del tornillo en hueso artificial no demuestran ventaja en cuanto a estabilidad<sup>(72,79,80)</sup>.

Junto con la fijación estable, la compresión es el otro factor principal para conseguir buenos resultados en la fusión articular.

Clásicamente el uso de injerto óseo estaba globalmente admitido. Sin embargo, la mayor parte de los trabajos actuales demuestran que su uso no es necesario<sup>(21,26,41,42,83-86)</sup>.

En nuestra experiencia, no existen diferencias estadísticamente significativas en el uso de uno o dos tornillos; así como en el diámetro de los mismos, 6.5 ó 7.3 mm. Hemos analizado todas esas variables, sin encontrar diferencias con significación estadística (0.7860). Sin embargo, todas las configuraciones, presentan un resultado estadísticamente significativo (<.0001) en cuanto a la mejoría en la escala de la AOFAS ( 1 tornillo 6.5 diferencia AOFAS media de 31.17 puntos con una DS 10.93; 1 tornillo de 7.3 mm de 30.28 puntos DS 7.51 y 2 tornillos de 7.3 de 28.69 puntos DS 11.89).

En nuestro trabajo encontramos unos mejores resultados con significación estadística en aquellos pacientes en los que se realizó la artrodesis subastragalina artroscópica por PPVA con DTTP respecto a las secuelas de fracturas de calcáneo.

La población estudiada presenta dos grandes grupos muy dispares, lo que nos ha obligado a realizar un análisis multivariable. Los pacientes con secuelas de fracturas intratálámicas de calcáneo son por norma general varones (97.30%) y pacientes jóvenes (38.24 años DS 9.18); mientras que los del grupo del PPV con DTT suelen ser mujeres (95.83%) en la 5ª-6ª década de la vida (65.92 años DS 4.54). Cuando analizamos la consolidación en función de la causa y la edad; sin embargo no existen diferencias estadísticamente significativas (0.5969). En el grupo 1 la consolidación se constató a las 12.51 semanas (DS 4.52) y en el grupo 2 a las 11.67 semanas (DS 1.52).

De igual manera al ajustar la consolidación con la fijación y la edad, grupo de un tornillo de 6.5 mm (45.50 años DS 15.42), grupo de un tornillo de 7.3 mm (51.83 años DS 15.66) y el grupo de dos tornillos de 7.3 mm (48.69 años DS 15.84) no existen diferencias estadísticamente significativas (0.4040).

El grupo que no presentó complicaciones, presentó una edad de 50.33 años (DS 15.46) y consolidó a las 11.84 semanas (DS 1.56); mientras que el grupo que presentó complicaciones, tenía una edad media de 47.88 años (DS 17.55) y consolidó a las 15 semanas (10.81). No existieron diferencias de significación estadística en lo que se refiere a la edad (0.6173) ni a la consolidación (0.3331).

Nuestros resultados son comparables a los publicados en la literatura, con una tasa de consolidación del 95.39%, en un periodo de 11.2 semanas (rango 9 y 16 semanas). Si bien, como ya se ha analizado, es difícil determinar de manera exacta el momento de la consolidación de la artrodesis.

Por lo que respecta a las complicaciones, la mayor parte son consideradas como menores, y relacionadas con el material de osteosíntesis. Una meticulosa técnica a la hora de colocar los tornillos, minimiza la tasa de complicaciones y extracciones del implante. La incidencia de lesiones neurológicas oscila entre el 0-20%<sup>(39,41,64,65)</sup>.

## 7. Conclusiones.

### 7.1. Conclusiones derivadas del método.

1. La artrodesis subastragalina es un procedimiento empleado para el tratamiento de pacientes con artrosis postraumática que ofrece excelentes resultados.
2. La artrodesis subastragalina artroscópica presenta grandes ventajas respecto a las técnicas abiertas en lo que se refiere a tasa de consolidación, tiempo de consolidación y complicaciones:
  - 2.1. La tasa de consolidación de la artrodesis fue del 95.38%.
  - 2.2. El tiempo medio hasta que se objetivó la consolidación radiológica fue de 11.2 semanas.
  - 2.3. La tasa de complicaciones fue del 12.31%.

### 7.2. Conclusiones derivadas de los resultados.

1. La artrodesis subastragalina artroscópica presenta una diferencia en la escala de la AOFAS de 30.12. Lo que supone una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0.0001$ ).
2. La diferencia en la escala de la AOFAS del grupo 1 (secuelas de fractura de calcáneo) y del grupo 2 (PPV con DTTP), era de 26.95 puntos (DS 9.14) y de 34.92 puntos (DS 7.37) y este valor es también estadísticamente significativo ( $p=0.0007$ ).
3. La diferencia en la escala de la AOFAS independientemente de la configuración de los tornillos es estadísticamente significativa en todos los casos ( $p<0.0001$ ), cuando comparáramos estos valores entre si la diferencia no es estadísticamente significativa ( $p=0.7860$ ).
4. La diferencia en la escala de la AOFAS pre y postoperatoria en los pacientes con normoeje del retropie era de 30.627 puntos y de 25.167 en aquellos que presentaban desaxaciones, estos valores tienen significación estadística ( $<0.0001$  y  $.0002$  respectivamente); no encontrando significación estadística en las diferencias entre ambos grupos ( $p=0.1611$ ).
5. La tasa de consolidación fue del 95.39% en un periodo medio de 11.2 semanas. No encontramos diferencias estadísticamente significativas entre el tiempo de consolidación y la edad en función de la causa, en el sistema de osteosíntesis empleado relacionado con la edad, en la existencia de complicaciones relacionadas con la edad ni en la presencia de desaxaciones relacionada con la edad. El coeficiente de correlación de la variable tiempo de consolidación respecto a la edad es muy bajo (0.6619).

# Summary

## 1. Introduction.

The subtalar joint is formed by the union of three anatomical parts, it occurs at the meeting point of the talus and the calcaneus. Both surfaces possess a complex configuration such that the superior surface of the calcaneus and the head of the talus form a convex ovoid while the antero-medial surface of the calcaneus and the navicular bone constitute a concave ovoid. This allows for a complex movement comprised by rotation, translation and rolling towards the opposite side of the movement<sup>(2)</sup>. On the contrary, when the concave surface glides over the convex one, the rolling movement that happens, along with the translation and turn, do so in the same direction of the primary movement.

This subtalar joint complex moves around the same axis, of an oblique orientation, which enters the posterolateral calcaneal region, crossing perpendicularly to the sinus tarsi, and exits through the superior medial area of the neck of the talus. This axis, known as Henke's, forms a 42 degree angle with transverse plane and a 16 degree in the sagittal one. This orientation allows for a complex movement that happens in the three planes of space: plantar flexion-supination-adduction(inversion) dorsal flexion-pronation-abduction(eversion).

The bony stability of the posterior subtalar joint is achieved when the calcaneus is positioned in valgus. In this position, the contact and congruence between articular surfaces are maximal. In an open kinematic chain, the calcaneus is responsible for the movement<sup>(5)</sup>.

The subtalar and the ankle joints behave functionally as a heterokinetic cardan. Their axes of rotation are located at different levels, so that the movements that take place in each of them, require the movement of the other<sup>(6)</sup>.

The concept of fusion includes those techniques designed to completely block a joint by removing full mobility<sup>(9)</sup>. If this were the sole purpose, it would represent a loss of functional ability of the subject and would be a technique that would pose considerable reserves of the surgeon when it came to indicating it. The concept of fusion must be understood from a broader point of view, with a functional view as opposed to anatomic with purely mechanical purposes.

Subtalar fusion refers to the surgical fusion from the posterior region of the subtalar joint, i.e. The joint formed between the concave surface of the talus and the convex of the upper surface of the calcaneus tuberosity.

The most common indication for isolated subtalar arthrodesis is painful post-traumatic arthrosis, following calcaneus fracture or, less frequently, of the talus -<sup>(9)</sup>. Other indications are primary subtalar osteoarthritis - exceptional – adult-acquired Flatfoot deformity, with Posterior Tibial Tendon Dysfunction(PTTD), congenital malformations (tarsal coalitions), neuromuscular dysfunction or inflammatory disease.

The first historical description of a fusion in a foot comes from the year 1909 conducted by Ducroquet and Launay<sup>(14)</sup>. They produce a thorough description of the surgical technique, approach and resection of joint surfaces carry out a triple Arthrodesis of the Tarsus. There exist articular and extra-articular fusions, as well as artrorrhis (described by Grice<sup>(15)</sup> in 1952).

Subastragalar Arthrodesis is believed to be described for the first time in 1912 by Van Stockum<sup>(17)</sup>. Subtalar Arthrodesis had a great success through Gallie<sup>(18)</sup>. Between the years of the 1950s to 65 in the treatment of comminuted fractures of the calcaneus, the author introduced the posterior approach in the post-calcaneal fracture arthrodesis.

During the years many techniques and approaches have been developed, as well as fixing systems. There is a strong tendency to minimally invasive surgery or by minimal incision, as well as the use of more limited approaches and percutaneous osteosynthesis systems; this is exemplified in the development of Arthroscopic techniques. But it is worth mentioning that Grice<sup>(15)</sup> and Malvarez<sup>(16)</sup> - in his article published in the Rev. Ortop. Traumatol. in 1957 - referred to extra-articular subtalar fusion as minimum.

The first description of a subtalar joint Arthroscopy belongs to Parisien and Vangness<sup>(28)</sup> in 1985. Arthroscopic subastragalar Fusion was developed in 1992 by Tasto<sup>(31)</sup>.

## 2. Surgical technique.

In 2000 van Dijk (37) describes the posterior endoscopic portals allowing safe and excellent access to posterior structures of the ankle and subtalar joints. At the medial border of the subtalar joint lies the tendon of the flexor hallucis longus (FHL), whose identification is essential, for it marks the “safety limit”, medial to the tendon is the flexor digitorum comunis (FDC) and tibialis posterior Neurovascular bundle. Our working area will be among the FHL and laterally to the lateral malleolus and subtalar joint posterolateral region

On the occasions in which is necessary to obtain a tibiototalcalcaneal fusions and no axial hind-foot deformity is present, we can perform the fusion by using posterior endoscopic portals and we choose a retrograde nail as the means of fixation<sup>(45)</sup> as published in Foot and Ankle Surgery in 2013. It is important to get a perfect joint coaptation of the surfaces to ensure a solid consolidation.

## 3. Hypothesis.

The objective of the study is to analyze our experience in arthroscopic subtalar arthrodesis, assess our overall results (consolidation and complications rate) and the influence of etiology, osteosynthesis and axis of the hindfoot in outcomes according to the AOFAS scale (46), complications and successful joint fusion.

## 4. Material y methods.

### 4.1. Inclusion criteria.

Patients who underwent arthroscopic subtalar arthrodesis:

1. Fusion using posterior endoscopic portals.



2. With a minimum follow-up of 24 months and who have attended clinical-radiological revision during the period of the study.
3. Patients that had no other associated surgery (calcaneal osteotomies, reinforcement of the PTT ,...).

## 4.2. Material y methods.

I have reviewed 65 patients undergoing PSA between May 2004 and February 2011 with a minimum follow-up of 24 months and a mean follow-up of 57.54 months (range 24-105 months) by the same surgeon. The mean age was 50.03 years (15.61 DS). Younger patients were those who had suffered a fracture of the calcaneus. Patients presenting with PTTD PPV tend to be perimenopausal women.

In the overall series 58.46% were men, and 41.54% women; however, there was a predominance of women in the group of the PTTD, as males did within those secondary to calcaneal fractures. With regard to the laterality, 61.54% of the fusions were right and the 38.46% left.

Regarding the etiology, we divided the patients into three groups. Group 1, those patients presenting sequels of calcaneus fractures ; Group 2, patients with diagnosis of adult acquired flat foot with PTTD and Group 3, patients who presented with primary subtalar arthrosis. The majority of patients, due to the characteristics of sampling workplaces corresponded to sequels of thalamic calcaneus fractures(56.92%) being 24 cases of type III (36.92%) and 13 type IV (20%) in the Sanders' classification (47), followed by group 2, patients with the PTTD in adult acquired Flatfoot (36.93%) grade II (3.08%) and III (33.85%) by Johnson's classification<sup>(48)</sup> subsequently modified by Myerson<sup>(49)</sup>, there were only 4 patients with primary isolated subtalar osteoarthritis (6.15%).

In terms of the time elapsed from the onset of symptoms to the intervention, the average delay was 17.33 months (months 9-43).

There were different types of configuration of the osteosynthesis for arthrodesis of the subtalar joint: one 6.5 mm cannulated screw in 12 cases (18.46%), one 7.3 mm cannulated screw in 40 patients (61.54%) and 2 7.3 mm parallel cannulated screws in 13 cases (20%). Of the overall sample, 6 patients presented valgus axial deformity.

## 5. Results.

The results were evaluated according to the AOFAS score for the hindfoot (46). The preoperative AOFAS was 51.52 points (19-61 points), improving to 81.86 points (60-94 points) in the postoperative period.

There are no significant differences of consolidation with 1 or 2 screws (although it takes a longer time to consolidate those of one 6.5 mm screw) and in complications (although in complicated cases takes it took longer to consolidate).

## 6. Discussion.

The Arthroscopic technique, offers indisputable advantages, is related to less soft tissue damage while respecting vascularization and proprioception of the calcaneus and talus which could promote joint fusion. In general, rates of pseudarthrosis published report 10-30%<sup>(20-27, 34)</sup> in open procedures, and a rate of non-union around a 0 - 5%<sup>(34-36, 40-43)</sup> with the arthroscopic technique; being also the time in weeks until fusion 10-15 weeks and 9-11 weeks respectively<sup>(34)</sup>. The posterior endoscopic portals<sup>(37)</sup> offer excellent access to the back of the ankle.

Coughlin et al<sup>(67)</sup> showed that the confirmation of the fusion could be made only more reliably performing a CT scan. A solid fusion is defined as that which in imaging studies reveal bone trabeculation across the area of fusion, defining as solid those arthrodesis involving more than 50% of the subtalar surface joint. Other studies however postulate that a rate of more than 30% fusion provides good functional results<sup>(68)</sup>. We conclude that “ joint fusion cannot be determined accurately using standard x-ray.” “Computerized Axial Tomography is presented as a valuable technique in the assessment of the bone trabeculation after arthroscopic subastragalar arthrodesis, projecting vast insight which allows the quantitative evaluation of the same, based on the reorganization of the trabecular beams across the joint”<sup>(69)</sup>.

There is no agreement on which configuration conferred a greater stability to the subtalar arthrodesis and whether it will correlate to an increased union rate or a more precocious fusion. For some authors, this variable is the most important in the subtalar fusion<sup>(71)</sup>. In summary, bio-

mechanical studies<sup>(72,78,79)</sup>, suggest that it is advisable to use two diverging screws and above all in those cases in which the quality of the bone is compromised, patients with identified risk factors, or in revision surgery.

We used 6.5-8 mm diameter screws. The analysis of stability based on the diameter of the screw in artificial bone do not show advantage in terms of stability<sup>(72,79,80)</sup>. Along with stable fixation, compression is another main factor to get good results in the fusion joint.

Typically, the use of bone graft was advocated throughout. However, most of the current work demonstrates that its use is not required<sup>(21,26,41,42,83-86)</sup>.

In our experience, there are no statistically significant differences in the use of one or two screws; as well as in the same diameter, 6.5 or 7.3 mm. We have analyzed all these variables, without finding differences with statistical significance (0.7860). However, all configurations have a statistically significant result ( $<.0001$ ) when the improvement in the AOFAS score was analysed (one 6.5 mm screw, mean difference 31.17, SD 10.93; one 7.3 mm screw mean 30.28, SD 7.51; and two 7.3 mm screws mean 28.69 points, SD 11.89).

In our series we found better results with statistical significance in those patients diagnosed of AAFD, as opposed to the group of post- calcaneal fracture sequelae.

The studied population is represented in two big groups, which has forced us to carry out a multivariate analysis. Patients with sequelae of calcaneus fracture are generally male (97.30%) and young patients (38.24 years DS 9.18); while in the Group on the PTT D AAFD tend to be women (95.83%) in the 5th-6th Decade of life (65.92 years DS 4.54). When we analyze consolidation with regards to cause and age, however there are no statistically significant differences (0.5969). In Group 1 the consolidation stated in 12.51 weeks (DS 4.52) and in Group 2 in 11.67 weeks (DS 1.52).

Similarly, adjusting consolidation and the fixation method with age, one 6.5mm screw group. (45.50 years DS 15.42), one 7.3 mm screw (51.83 years DS 15.66) and the two 7.3 mm screws group (48.69 years DS 15.84) there is no statistically significant differences (0.4040).

The group that did not present complications, showed an age of 50.33 years (15.46 DS) and fused at 11.84 weeks (DS1.56); Whilst the group that presented complications, had an average age of 47.88 years (17.55 DS) and consolidated at 15 weeks (10.81). There was no differences in statistical significance with regard to the age (0.6173) neither to fusion (0.3331).

Our results are comparable to those published in the bibliography, with a consolidation rate of 95.39%, from 11.2 weeks (range 9 to 16 weeks). But, as it has already been mentioned, it is difficult to determine exactly the time when consolidation of the arthrodesis occurs.

With regard to complications, most are considered as minor, and related to the osteosynthesis material. A meticulous technique when it comes to the screws, minimizes the rate of complications and implant removal. The incidence of neurologic injury ranges between 0 - 20%<sup>(39,41,64,65)</sup>.

## 7. Conclusions.

### 7.1. Conclusions extracted from the method.

1. The subtalar arthrodesis is a procedure used for the treatment of patients with arthrosis that provides excellent results.
2. Arthroscopic subtalar fusion presents great advantages over techniques in consolidation and complications rates:
  - 2.1. The consolidation rate was 95,38%.
  - 2.2. The average time until radiological evidence of consolidation was 11.2 weeks.
  - 2.3. Complication rate of 12.31%. We speak of major complications, in those cases in which the fusion was not achieved (4.62%) and minor complications in patients requiring the removal of material without any other added osteosynthesis (7.70%).

### 7.2. Conclusions extracted from the results.

1. Subtalar arthroscopic fusion presents a difference on the AOFAS score of 30.123 (27.879 to 32.367 range); from a preoperative value of 51.52 points to 81.86 points at the time of the review. Which represents a statistically significant difference (p. 0001).

2. The difference in AOFAS score in Group 1 (sequelae of calcaneus fracture ) and group 2 (PTTD AAFD), was 26.95 points (DS 9.14) and 34,92 points (DS 7.37) and this value is also statistically significant (p 0.0007).
3. The difference in the AOFAS score regardless of the screw measurement is statistically significant in all cases (p<.0001), in the group fixed with 1 cannulated screw of 6.5 mm it was 31.17 points (DS 10.93); in the group fixed with 1 cannulated screw of 7.3 mm of 30.28 points (DS 7.51) and in the group of 2 cannulated screws of 7.3 mm of 28.69; whereas when we were comparing these values between them we found no statistically significant difference (p 0.7860).
4. The difference in pre and post-operative AOFAS score in patients with normal hindfoot alignment (59 cases) was 30.63 points (DS 9.18) and of 25.17 (DS 6.30) in those who presented dysalignments > 10 degrees (6 cases), these values had statistical significance (<.0001 and .0002 respectively); not finding statistical significance in the differences between both groups (p 0.1611). Although the interval is much wider in the group of the patients with valgus hindfoot <10 degrees (18.55-31.78) as opposed to the group of patients with normally aligned hindfoot (28.24-33.02).

# Índice

1. <a href="#">Introducción.</a>	3
1.1. Anatomía de la articulación subastragalina.	3
1.2. Biomecánica articulación subastragalina.	4
1.3. Concepto de artrodesis.	7
1.4. Historia artrodesis subastragalina mediante técnicas abiertas.	9
1.5. Historia artrodesis subastragalina mediante técnicas artroscópicas.	12
2. <a href="#">Técnica quirúrgica.</a>	15
2.1. Descripción anatómica de los portales endoscópicos posteriores.	15
2.2. Técnica quirúrgica artrodesis.	19
3. <a href="#">Hipótesis y objetivo.</a>	21
4. <a href="#">Material y método.</a>	23
4.1. Criterios de inclusión.	23
4.2. Criterios de exclusión.	23
4.3. Análisis descriptivo.	23
4.4. Análisis estadístico.	29
5. <a href="#">Resultados.</a>	31
5.1. Análisis de variables dependientes: diferencia escala AOFAS.	31
5.2. Análisis de variables dependientes: tiempo de consolidación.	52
5.3. Análisis multivariable.	62
5.4. Análisis estratificado.	65

6. <a href="#">Discusión.</a>	71
6.1. Técnica e indicaciones.	71
6.2. Consolidación.	73
6.3. Osteosíntesis.	77
6.3.1. Configuración de los tornillos.	77
6.3.2. Diámetro de los tornillos.	80
6.3.3. Compresión.	81
6.3.4. Aporte de injerto.	82
6.4. Resultados.	83
6.5. Trabajos publicados en la literatura.	84
6.6. Fortalezas y debilidades del trabajo.	88
7. <a href="#">Conclusiones.</a>	91
7.1 Conclusiones derivadas del método.	91
7.2 Conclusiones derivadas de los resultados.	91
8. <a href="#">Bibliografía.</a>	93
9. <a href="#">Anexo. Artículos publicados.</a>	101

# 1. Introducción

## 1.1. Anatomía de la articulación subastragalina.

La articulación subastragalina está constituida por dos articulaciones morfológicamente independientes pero que, funcionalmente, se movilizan por un eje común para ambas. Clásicamente se describen dos cámaras, una cámara posterior o astragalocalcánea, y otra anterior o astragaloescapofalcánea, que morfológicamente son de tipo trocoide y enartrosis, respectivamente. El seno del tarso separa ambas cámaras articulares.

En el seno del tarso, se encuentran el ligamento astragalocalcáneo o interóseo que une ambos huesos.



Figura 1. Disposición de las facetas media y posterior del calcáneo.

La articulación subastragalina posterior (**Figura 1**) está formada por la carilla articular del astrágalo, marcadamente cóncava en su eje mayor y dirigida hacia delante y afuera. El calcáneo aporta la superficie articular astragalina posterior. Presenta una cápsula insertada en las proximidades de las superficies articulares. La cápsula se encuentra reforzada por ligamentos denominados astragalocalcáneos<sup>(1)</sup>:

1. Anterior, que corresponde al plano posterior del ligamento interóseo del seno del tarso.
2. Posterior, formado por fibras que se extienden desde el tubérculo posteroexterno del astrágalo a la cara posterior del calcáneo.



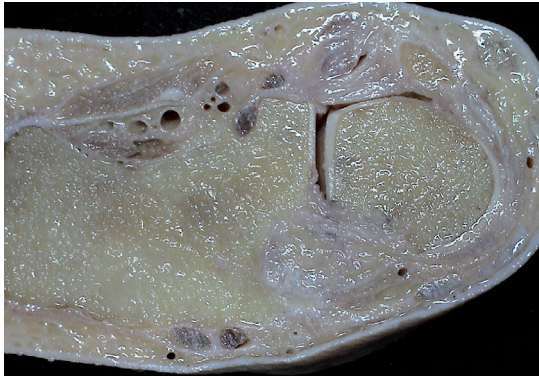


Figura 2. Estructuras que componen el seno del tarso: Ligamentos talocalcaneos lateral, posterior y medial; fibras intermedias del retináculo extensor, ligamento cervical, fibras mediales del retináculo extensor y ligamento interóseo (Preparación cedida por el Prof. J.R. Sañudo del Departamento de Ciencias Morfológicas 1 de la Universidad Complutense de Madrid).

3. Ligamento astragalocalcáneo externo, que sigue la misma dirección del ligamento calcaneofibular, pero situándose detrás de éste.
4. Ligamento astragalocalcáneo interno que cierra por dentro el seno del tarso, constituyéndose a partir de fibras del ligamento deltoideo que se inserta en la apófisis menor del calcáneo.

La articulación subastragalina está separada en dos compartimentos anterior y posterior por el seno del tarso y el canal tarsal. El contenido del canal del tarso incluye el ligamento cervical, el ligamento interóseo talocalcáneo, el origen medial medial del retináculo extensor inferior, la almohadilla grasa y vasos sanguíneos (**Figura 2**). La porción anterior de la subastragalina posterior incluye las facetas anterior y media. También contiene la articulación astrágaloescafoidea y el ligamento en hamaca ("spring" ligament).

## 1.2. Biomecánica de la articulación subastragalina.

La articulación subastragalina está constituida por tres uniones anatómicas establecidas entre la porción inferior del astrágalo y la dorsal del calcáneo. Dichas superficies articulares poseen una compleja configuración, de forma que la superficie superior del calcáneo y la cabeza del astrágalo constituyen un ovoide convexo, mientras que la superficie media y anterior del calcáneo y la superficie navicular del astrágalo constituyen un ovoide cóncavo. Esto hace que cuando desliza la superficie ovoidea convexa sobre la cóncava se produzca un giro, traslación y rodamiento hacia el lado opuesto al movimiento<sup>(2)</sup>. Por el contrario al deslizarse la superficie ovoidea cóncava sobre la convexa, el movimiento de rodamiento que se produce junto a la traslación y el giro posee la misma dirección del deslizamiento.

El complejo articular subastragalino se mueve alrededor de un mismo eje, de orientación oblícuo, que penetra por la región posterolateral del calcáneo, pasa perpendicular al seno del tarso y sale por la zona superomedial del cuello del astrágalo. El eje denominado de Henke, forma un ángulo de  $42^\circ$  con el plano transversal y de  $16^\circ$  con el plano sagital. Esta orientación en el espacio origina un movimiento de desplazamiento conjunto en los tres planos del espacio: flexión plantar-supinación-adducción(inversión) y flexión dorsal-pronación-abducción(eversión).

El astrágalo y el calcáneo se mueven en direcciones opuestas hasta conseguir la posición final<sup>(2)</sup>. Cuando existe un valgo o extrarrotación del calcáneo, este se sitúa en flexión dorsal-pronación-abducción y el astrágalo compensa dicha orientación colocándose en flexión plantar-supinación-adducción. En varo o endorrotación del calcáneo, el calcáneo se sitúa en flexión plantar-supinación-adducción y el astrágalo lo compensa colocándose en flexión dorsal-pronación-abducción.

El grado de orientación de las superficies articulares afecta a la amplitud de movimiento. La superficie posterior del calcáneo posee un ángulo de inclinación de  $65^\circ$  respecto a la línea que transcurre a lo largo de la superficie craneal del cuerpo del calcáneo. Cuanto mayor es la inclinación mayor componente de flexión plantar se realizará durante el movimiento. La superficie posterior del astrágalo posee un ángulo de declinación relativo a una línea paralela trazada sobre el borde anterior de la tróclea astragalina de aproximadamente  $37^\circ$ . Un mayor ángulo de declinación orientará la superficie articular en dirección longitudinal, lo que aumentará la flexión dorsoplantar. Si el ángulo de declinación es pequeño, la orientación es más transversal y crea un aumento del movimiento de supinación-pronación. Todos estos movimientos son guiados por los ligamentos intrínsecos, el ligamento interóseo y el ligamento cervical. Dichos ligamentos se tensan en los movimientos de inversión-eversión, y su lesión, origina un aumento de la amplitud de movimientos de la articulación subastragalina en los tres planos del espacio que nunca supera los  $2.6^\circ$ <sup>(3,4)</sup>.

La estabilidad ósea de la articulación subastragalina posterior se consigue con la posición en valgo del calcáneo. En esta posición, el contacto y la congruencia entre las superficies articulares son máximos. La articulación astragalocalcánea interviene en los movimientos combinados de inversión-eversión del pie, pero la implicación del astrágalo y del calcáneo va a ser diferente si se trata de un movimiento realizado con el pie en carga(cadena cinemática cerrada) o sin apoyo del pie en el suelo(cadena cinemática abierta). En la cadena cinemática abierta, el calcáneo es el res-

ponsable del movimiento<sup>(5)</sup>. Cuando la articulación subastragalina se encuentra sometida a carga, cadena cinemática cerrada, el astrágalo será el responsable de la mayor parte de los movimientos en los planos sagital y transversal, mientras que el calcáneo sólo realizará los movimientos en el plano frontal. En el primer roker de la marcha con el apoyo del talón y a causa de la resistencia del suelo, el calcáneo queda bloqueado para cualquier tipo de movimiento que no sea supinación o pronación, el astrágalo originará el movimiento de flexión dorsal y abducción con respecto al calcáneo en inversión y es responsable del desplazamiento en flexión plantar y adducción en eversión del pie.

La articulación subastragalina y la articulación del tobillo se comportan funcionalmente como un cardán heterocinético. Sus ejes de giro están situados en planos diferentes, de tal forma que los movimientos que tienen lugar en cada una de ellas implica el movimiento de la otra<sup>(6)</sup>. Scott<sup>(6)</sup> describe como los movimientos en dichas articulaciones son opuestos, cuando la articulación tibiotarsiana produce un movimiento de inversión en el primer roker, la articulación subastragalina realiza un movimiento de eversión. Estos movimientos se van a invertir en el segundo roker de la marcha y tiene como misión absorber la rotación que realizará la tibia durante la deambulación.

En condiciones normales, el eje de movimiento de la articulación subastragalina forma un ángulo de 45° con el plano transversal. Esta inclinación origina que, por cada grado de rotación de la tibia sobre el plano horizontal, hace que se produzca un grado de rotación en el plano frontal. De esta forma, durante el segundo roker de la marcha, cuando el astrágalo se abduce por la rotación interna de la tibia, el calcáneo realiza un movimiento de pronación y, al contrario, cuando se produce una rotación externa de la tibia, el astrágalo se aduce y se origina una supinación del calcáneo. Estos movimientos sólo tienen sentido en carga, cadena cinética cerrada; ya que cuando el pie está en descarga se producirán cambios en la posición del pie, no movimientos<sup>(7)</sup>.

En posición plantigrada y bajo carga, la rotación interna tibioastragalina da lugar a una posición en pronación-valgo del calcáneo y la cabeza del astrágalo se dirige hacia el interior del *acetabulum pedis*, lo que origina la máxima capacidad de contención (posición closed-pack). En esta posición los ligamentos astragalocalcáneo plantar y superomedial se encuentran a gran tensión. Cuando se produce una rotación externa de la tibioastragalina, el calcáneo supina – se variza – y la cabeza del astrágalo no tiene tanto contacto con el acetabulum pedis. El antepié está pronado y los ligamentos tienen menos tensión; esta posición corresponde a la menor estabilidad articular (posición loose-pack)<sup>(2)</sup>.

Desde el punto de vista clínico la articulación subastragalina presenta una movilidad de 5-10° en eversión y de 25-30° en inversión<sup>(2)</sup>.

La articulación subastragalina está compuesta por tres articulaciones o facetas: la posterior, la media y la anterior. Existen varios ligamentos extraarticulares que estabilizan la articulación subastragalina. Sin embargo, la mayoría de los ligamentos hallados durante la endoscopia del seno del tarso son componentes intraarticulares: ligamentos astrágalo-calcáneo interóseo, lateral y anterior. Estas estructuras convergen para formar la división entre las facetas posterior y media de la articulación subtalar. El ligamento interóseo es una sólida estructura que mide aproximadamente 2.5 cm de ancho de medial a lateral. Marca el límite para la artroscopia subastragalina posterior.

La articulación subastragalina posterior tiene un eje largo que está localizado oblicuamente unos 40° a la línea del mediopié, lateralmente y consiste en una faceta convexa posterior del calcáneo y una cóncava del astrágalo. La cápsula de la subastragalina posterior está reforzada lateralmente por el ligamento cervical y el ligamento calcáneo-fibular.

La artrodesis puede ser intraarticular, extraarticular (artrorraxis) o una combinación de ambas. Puede realizarse mediante técnicas a cielo abierto, mínimamente invasivas (percutáneas<sup>(8)</sup> o artroscópicas). Si en la región no existe hueso adecuado o existe necrosis ósea debería aportarse injerto óseo autólogo o en su defecto homoinjerto.

### 1.3. Concepto de artrodesis subastragalina.

El concepto de artrodesis engloba, aquellas técnicas destinadas a bloquear completamente una articulación suprimiendo por completo la movilidad articular de ésta<sup>(9)</sup>. Si la única finalidad fuera ésta, representaría una pérdida de la capacidad funcional del sujeto y sería una técnica que plantearía considerables reservas al cirujano a la hora de emplearla. El concepto de artrodesis hay que entenderlo desde un punto de vista más amplio, como concepto funcional y no anatómico con una finalidad puramente mecánica.

Debemos tener en cuenta que la pérdida permanente de la movilidad en la articulación subastragalina no representa prácticamente reducción de la movilidad activa, puesto que es compensada sobradamente por las articulaciones vecinas<sup>(10)</sup>. Además, los centros perianquilóticos del movimiento, son tanto más eficaces cuanto menor es el brazo de palanca y la longitud de los huesos que se articulan. El conjunto funcional que representan los numerosos huesos del pie, con arcos de movimiento suplementarios favorecen estas posibilidades de compensación. Por este motivo la repercusión funcional de las artrodesis en el pie es mínima.

Por artrodesis subastragalina se entiende la fusión quirúrgica de la parte posterior de la articulación subtalar, es decir la formada entre la superficie cóncava del astrágalo y la convexa de la cara superior de la tuberosidad calcánea.

La indicación más frecuente de artrodesis subastragalina aislada es la artrosis postraumática dolorosa, tras fractura de calcáneo o astrágalo –menos frecuentemente-<sup>(9)</sup>. Otras indicaciones son la artrosis subastragalina primaria –excepcional-, pie plano valgo adquirido del adulto (PPVA) con disfunción del tendón TTP (DTTP), malformaciones congénitas (coaliciones tarsales), disfunción neuromuscular o enfermedades inflamatorias.

Es ampliamente conocida la alta incidencia de afectación de la articulación subastragalina en las fracturas de calcáneo y su evolución hacia la artrosis degenerativa, hecho que comporta una elevada tasa de artrodesis.

En general, la artrodesis subastragalina aporta buenos resultados funcionales con una alta de satisfacción del paciente. Estos datos están documentados tanto en la artrodesis mediante técnicas abierta como en la artrodesis mediante técnicas artroscópicas, con las que se obtienen resultados globales excelentes y notable mejoría medida mediante escalas funcionales<sup>(11)</sup>.

Podríamos realizar un algoritmo de clasificación y tratamiento<sup>(12)</sup> de las secuelas traumáticas del retropié:

- Tipo 1. Existe afectación subastragalina sin alteración de alineación. En estos casos la indicación sería una artrodesis por mínima incisión posterior o artroscópica.

- Tipo 2. Cuando además de la lesión de la articulación subastragalina existe una desaxación en varo o valgo del retropié, las opciones serían una artrodesis por mínima incisión, artroscópica o abierta con una vía de abordaje lateral. Cuando exista una pérdida de altura grave del calcáneo, añadiremos un injerto corticoesponjoso con la finalidad de elevar la parte posterior de la articulación subastragalina y corregir la dorsiflexión del cuello y cabeza del astrágalo. Es la denominada artrodesis distracción, descrita por Carr<sup>(13)</sup>.
- Tipo 3. En los pacientes que, asociadas a las lesiones tipo 1 ó 2, existe una afectación de la articulación calcáneocuboidea, indicamos una doble artrodesis.

## 1.4. Historia de la artrodesis subastragalina mediante técnicas abiertas.

La primera descripción histórica de un artrodesis en pie proviene del año 1909 realizada por Ducroquet y Launay<sup>(14)</sup>. Realiza una descripción de la técnica quirúrgica, vía de abordaje y resección de las superficies articulares para llevar a cabo un triple artrodesis del tarso. La artrodesis de la articulación subtalar se refiere a la fusión de la articulación posterior astragalocalcánea. Habitualmente, dentro de este concepto no se incluye la fusión de la articulación subastragalina anterior (entre el sustentaculum tali y la parte inferior del astrágalo). La parte anterior de la articulación subastragalina está separada de la posterior por una estructura fibrosa que es el seno del tarso y la parte anterior forma parte de una articulación mucho más compleja contenida dentro del denominado *pool astragalino*. Así pues, se trata de una artrodesis parcial de la parte posterior de dicha articulación. Existen artrodesis articulares y extraarticulares o artrorrrisis como la descrita por Grice<sup>(15)</sup> en el año 1952. Llevaba a cabo la fusión de la articulación subtalar introduciendo en el seno del tarso un injerto corticoesponjoso de tibia distal, siendo denominada esta técnica como “artrodesis con interposición de cuña libre”. El propio Grice reconoce la coautoría de dicha técnica a Malvárez<sup>(16)</sup>, si bien, la mayor difusión de la publicación de Grice, hace que el procedimiento y la autoría se le atribuya a este autor.

La artrodesis subastragalina, se cree que fue descrita por primera vez, en 1912 por Van Stoc-kum<sup>(17)</sup>. La artrodesis subtalar tuvo una gran difusión gracias a Gallie<sup>(18)</sup>, entre los años 50 al 65 en el tratamiento de las fracturas conminutas de calcáneo. Dicho autor introdujo el abordaje posterior en las artrodesis post fractura de calcáneo.

Pennal y Yadav<sup>(19)</sup> informan resultados excelentes o buenos en el 75% de los casos tratados mediante fusión subastragalina primaria, mientras que los resultados satisfactorios cayeron a menos del 50% cuando la fusión se realizó de manera secundaria. Sin embargo, la artrodesis subastragalina aislada tiene unas indicaciones muy precisas y selectivas<sup>(20)</sup>, estando principalmente indicada en las secuelas de las fracturas intratálámicas de calcáneo –que en esa época se trataban de manera conservadora con una rápida evolución a artrosis subtalar sintomática y limitante- o en el PPVA con DTTP.

Globalmente los resultados que se publican en la literatura mediante técnicas abiertas son altamente satisfactorios. En 1988, Rusotti<sup>(21)</sup> presenta una tasa de fusión del 98% en 45 pacientes en los que realizó una artrodesis subastragalina aislada. Mann<sup>(22)</sup>, en 1998 no encontró ninguna pseudoartrosis en un grupo de 48 artrodesis subastragalina empleada para diferentes indicaciones. En el año 2000, Flemister<sup>(23)</sup> publica una serie de 86 artrodesis subastragalinas tras fractura de calcáneo con una tasa de consolidación del 96%. Divide la muestra en tres grupos: grupo I (59 pacientes) aquellas fracturas de calcáneo con evolución a la pseudoartrosis, grupo II (13 pacientes) aquellos casos con fracaso del tratamiento quirúrgico, mediante reducción abierta y fijación interna tras fractura de calcáneo, y el grupo III (8 pacientes), pacientes sometidos reducción abierta más artrodesis primaria. Se empleó injerto óseo en todos los casos, injerto autólogo de cresta ilíaca, autoinjerto obtenido de la pared lateral de la exostosectomía en los casos de pseudoartrosis o aloinjerto esponjoso congelado. La estancia hospitalaria fue más corta en los pacientes en los que no se empleó autoinjerto de cresta ilíaca siendo la diferencia estadísticamente significativa. Sin embargo, la puntuación en la escala AOFAS fue similar en los 3 grupos. Los pacientes que percibieron compensación laboral, tendían a presentar resultados más pobres.

En el año 2000, Easley<sup>(24)</sup>, en un estudio grado IV, publica una serie de 184 artrodesis subastragalinas con un seguimiento medio de 51 meses (24-130 meses) y una tasa de fusión del 84%. Cuando analiza los factores que influyen en la tasa de consolidación, es significativamente menor en fumadores, en presencia de más de 2 mm de hueso avascular en el área de artrodesis y en los casos de fracaso de artrodesis previa ( $p < 0,05$ ). Otro de los factores que podría afectar la tasa de unión, sería la asociación a artrodesis de tobillo previa, lo que puede atribuirse al grado de lesión de partes blandas, y a las sollicitaciones biomecánicas a que se encuentra sometida el área de fusión



de la articulación subastragalina, cuando el tobillo está artrodesado. Sin embargo, no encuentran relación entre la tasa de unión y el número de tornillos empleado. Tampoco encuentran relación entre el uso de injerto óseo o el tipo de injerto empleado con las tasas de pseudoartrosis.

Haskell<sup>(25)</sup> en el año 2004, publica una serie de 101 artrodesis subastragalinas (estudio grado IV) con una tasa de fusión del 98%, empleando un abordaje lateral, fijando la articulación con único un tornillo de rosca completa de 7,0 mm, introducido desde el astrágalo al calcáneo, sin necesidad de injerto óseo. Hay que tener en cuenta que los pacientes de mayor riesgo (5 casos) fueron sometidos a técnicas más complejas y por lo tanto excluidos del estudio.

Chahall<sup>(26)</sup> (2006) realiza un estudio de nivel IV con una serie de 88 casos de artrodesis subastragalina, concluyendo que existe una tendencia a obtener una mayor tasa de consolidación, cuando se emplea algún tipo de injerto óseo, aunque no alcanza la significación estadística.

Thevendran<sup>(27)</sup> publica en el año 2012 un estudio, analizando los factores de riesgo asociados a pseudoartrosis en las artrodesis del pie y el tobillo. Podemos encontrar conclusiones interesantes respecto a la artrodesis subastragalina. En el momento actual, no existe suficiente evidencia para establecer una recomendación a favor o en contra del número de tornillos requeridos para obtener mejores tasas de fusión en la artrodesis subastragalina. La mayoría de estudios publicados hasta la fecha, parecen comparar la eficacia de diferentes injertos óseos, más que la necesidad de emplear injerto óseo o no. No obstante, la escasez de evidencia (grado de recomendación A) les imposibilita apoyar la necesidad de injerto óseo.

Durante todos estos años se han desarrollado multitud de técnicas y abordajes, así como sistemas de fijación. Con el desarrollo de sistemas de fijación que aportan a la artrodesis una mayor estabilidad primaria se han ido abandonando –al igual que en otras localizaciones– los sistemas de compresores, agujas de Kirschner o inmovilización con yeso. Actualmente existe una gran tendencia a la cirugía mínimamente invasiva o por mínima incisión, al uso de abordajes más limitados y sistemas de osteosíntesis percutáneos; todo ello se aúna en el desarrollo de las técnicas artroscópicas. Pero es digno de mención que ya Grice<sup>(15)</sup> y Malvárez<sup>(16)</sup> - en su artículo publicada en la Rev. Ortop. Traumatol. en 1957- se referían a la artrodesis subastragalina extraraticular como artrodesis mínima.



## 1.5. Historia de la artrodesis subastragalina mediante técnicas artroscópicas.

La primera descripción de una artroscopia de la articulación subatlar corresponde a Parisien y Vangness<sup>(28)</sup> en 1985, fueron los primeros en presentar la posibilidad de realizar una artroscopia subastragalina mediante un estudio en 4 piezas cadavéricas, posteriormente presentaron su experiencia con los primeros casos clínicos<sup>(29)</sup>. Frey et al<sup>(30)</sup> determinaron los límites anatómicos de los diferentes portales de la articulación subastragalina junto con sus correspondientes riesgos.

La artrodesis subastragalina artroscópica fue desarrollada en 1992 por Tasto<sup>(31)</sup> y posteriormente presentada en la Reunión Anual de la Asociación de Artroscopia de Norteamérica en 1994. En la primera revisión de 9 pacientes, la media de seguimiento fue de 17 meses y el tiempo medio de consolidación de 10 semanas, sin complicaciones asociadas. Tasto emplea los portales anterolateral, posterolateral y los portales accesorios, colocando el paciente en decúbito lateral. En 2003, el mismo autor<sup>(32)</sup> presenta una serie de 25 pacientes, con un seguimiento medio de 22 meses, en la que todos los pacientes presentaban consolidación clínica y radiológica con una media de tiempo de consolidación de 8,9 semanas.

En 1994, Lundeen<sup>(33)</sup>, comunicó un caso de fusión artroscópica de ambas articulaciones tobillo y subtalar.

En 1999, Scranton<sup>(34)</sup> comparó 12 artrodesis con técnica abierta frente a 5 artrodesis artroscópicas, encontrando un período de hospitalización más corto (1,7 días menor) en el grupo artroscópico. Existió consolidación en todos los pacientes, excepto en uno sometido a técnica abierta.

En el 2007, Glanzmann y Sanhueza Hernández<sup>(35)</sup>, obtienen una tasa de consolidación del 100% con un tiempo medio de consolidación de 11 semanas, empleando injerto óseo tricortical y esponjoso a través del portal posterior de rutina. La artrodesis se fija con un tornillo canulados de 7 ó 7,5 mm.

En el año 2009, El Shazly<sup>(36)</sup> presenta una serie de artrodesis artroscópica a través de portales anterolateral y posterolateral, creando un portal accesorio anterolateral - 1 cm distal y 0,5 cm anterior a la punta del maléolo lateral – para la visualización e instrumentación subtalar. Obtienen una tasa de fusión del 100% (10 pacientes) con un único tornillo canulado de 7 mm desde el astrágalo al calcáneo, sin necesidad de injerto óseo.

Van Dijk<sup>(37)</sup> en el año 2000, describe el uso de los portales endoscópicos posteriores para acceder a las articulaciones del tobillo y subastragalina, sugiriendo que ofrecen una mejor visualización de la faceta posterior de la articulación subastragalina.

Sitler<sup>(38)</sup> demuestra en un estudio en cadáver que existe suficiente espacio para emplear los portales posteriores de forma segura.

Lee<sup>(39)</sup> y Amendola<sup>(40)</sup> también describen el procedimiento a través de portales posteriores, añadiendo un tercer portal, situado 1 cm proximal y 1 cm posterior a la punta del maléolo, que se utiliza para la distracción articular.

Lee emplea 2 tornillos canulados de 6,5 mm ó 7,5 mm desde el calcáneo al astrágalo sin injerto óseo con una tasa de consolidación del 94%. Este mismo autor, considera que la posición del paciente en decúbito prono facilita la inserción de los tornillos. Amendola también emplea 2 tornillos canulados de 6,5 mm en 10 pacientes con una tasa de consolidación del 91% en una media de tiempo de 10 semanas.

En el año 2007, Pérez Carro<sup>(41)</sup> presentan una serie de 4 pacientes en los que realizan artrodesis artroscópica a través de portales posteriores, con dos tornillos canulados sin cabeza, con un tiempo medio de consolidación radiológica de 8 semanas (rango 6-11 semanas).

En el año 2007, publicamos nuestra primera experiencia con la artrodesis subastragalina artroscópica empleando los portales laterales y accesorios<sup>(42)</sup>. Revisamos 21 pacientes intervenidos con una edad media de 54 años (rango 32-74 años) y un seguimiento medio de 18 meses (13-22 meses). En 5 casos empleamos sustitutivos óseos (trifosfato cálcico e hidroxipatita); encontramos

una fusión media de 6.4 semanas. Por lo que respecta a las complicaciones 2 pacientes precisaron la retirada del material de osteosíntesis y otro paciente presentó un *síndrome de dolor regional complejo tipo 1* (SDRC1). La estancia media hospitalaria fue de 2.1 días.

En el 2009, Beimers<sup>(43)</sup>, describen artrodesis artroscópica subtalar en pacientes con coalición astrágaloalcalcánea empleando portales posteriores. Añade un tercer portal accesorio a través del seno del tarso, que permite una distracción segura de la articulación y la instrumentación de la porción anterior de la faceta posterior. Está ampliamente aceptado que sólo es necesario desbridar la faceta posterior para obtener fusión subastragalina. Mediante técnicas artroscópicas, tenemos la ventaja de preservar el ligamento interóseo, que proporciona el aporte vascular lo cual puede disminuir el riesgo de necrosis avascular o enlentecer la consolidación y propiocepción. Sin embargo, la mayoría de las técnicas abiertas, seccionan el ligamento interóseo a través del abordaje al seno del tarso y no encuentran mayor índice de necrosis avascular o tiempos de consolidación mucho más largos.

En el estudio publicado por Thevendran<sup>(27)</sup>, que analiza los factores de riesgo asociados a la falta de consolidación en artrodesis subastragalina concluye que las técnicas artroscópicas muestran resultados prometedores en cuanto las tasas de fusión y la satisfacción del paciente. Concluye que los buenos resultados obtenidos deben ser interpretados con cautela, ya que son series pequeñas y no incluyen a los pacientes de mayor riesgo y que serían necesarios estudios prospectivos aleatorizados a largo plazo que compararan técnicas artroscópicas frente a abiertas. (Recomendación grado A)

Easley<sup>(24)</sup>, publica una tasa de consolidación del 84% en 148 pacientes tras técnicas quirúrgicas abiertas. Esta tasa es inferior a la tasa de consolidación, en torno al 97% (91-100%) empleando técnicas artroscópicas con un tiempo de consolidación de 11,2 semanas (8,9-15 semanas).

## 2. Técnica quirúrgica

### 2.1. Descripción anatómica de los portales endoscópicos posteriores.

En el año 2000 van Dijk <sup>(37)</sup> describe los portales endoscópicos posteriores que nos permiten un excelente y seguro acceso a las estructuras posteriores del tobillo y articulación subastragalina. Es importante marcar los relieves anatómicos, maleolo peroneo , maleolo tibial y el tendón calcáneo (TC).

Con el tobillo en flexión neutra (**Figura 3**) se dibuja una línea desde la punta del maleolo tibial hasta el TC paralela a la superficie plantar del pie. Realizamos el portal posterolateral pegado al TC, utilizamos un bisturí del nº 15 e incidimos exclusivamente en la piel, posteriormente median-

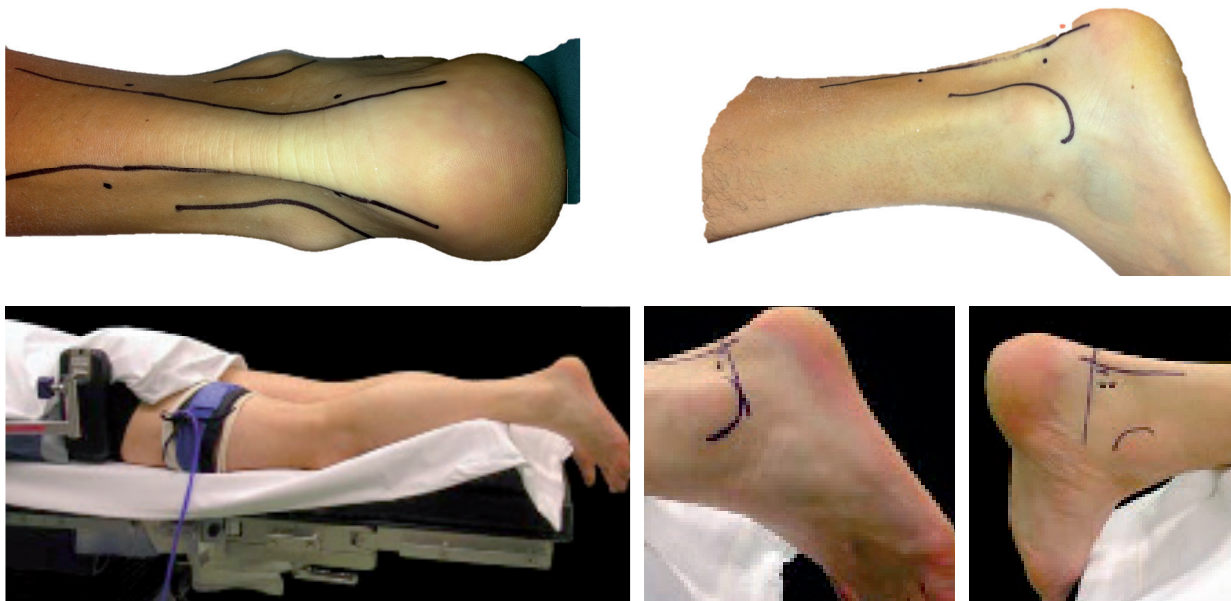


Figura 3. Dibujo de los relieves anatómicos y colocación del paciente en decúbito prono, punta del maléolo peroneo y tibial y TC. La punta del maléolo peroneo es unos 2 cm más bajo que el tibial. Portal endoscópico posterolateral y posteromedial.

te disección roma con un mosquito penetramos en la fascia crural de Rouvière y Canela-Lazaro. El siguiente paso consiste en la introducción de la vaina obturadora de la óptica en dirección al primer espacio digital. A continuación practicamos el portal posteromedial a la misma altura y en el borde medial del TC perpendicular al portal posterolateral y de igual manera procedemos a la incisión cutánea y disección roma con un mosquito hasta tocar la vaina obturadora deslizándonos hasta visualizar el mosquito e introducimos un sinoviotomo sin dientes de igual manera. Es importante realizar los portales endoscópicos posteriores de esta manera para que sean seguros y reproducibles y evitar lesionar el paquete vasculo nervioso *tibialis posterior* (**Figura 4**).



Figura 4. Portal endoscópico posteromedial y sus relaciones con el paquete vasculonervioso del tibial posterior. (Preparación realizada en el Departamento de Ciencias Morfológicas 1 por el Profesor Sañudo y los Drs. Vilà y Rico y Díez Nicolás)

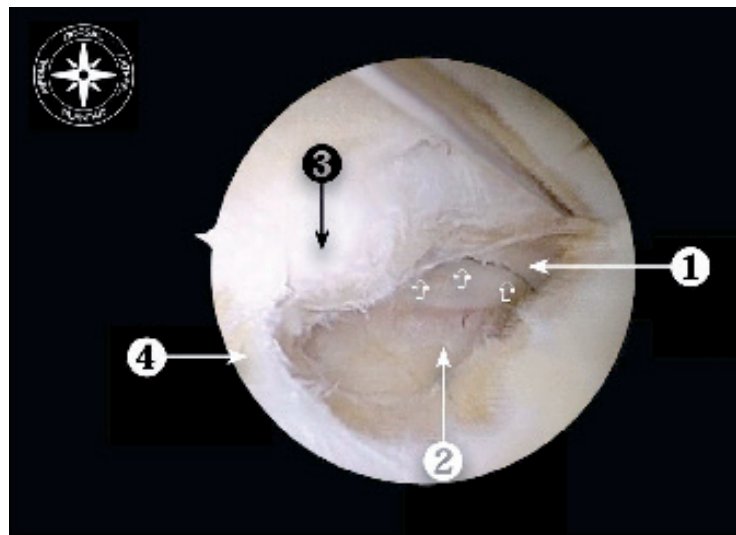


Figura 5. Estructuras del compartimento posterior del retropie. 1. Astragalo 2. Calcáneo. 3. Proceso posterolateral. 4. Fascia crural de Rouvière y Canela-Lazaro (ligamento fibulotalocalcáneo). (Preparación realizada por el Profesor Pau Golanó y el Dr. Jordi Vega).

Inicialmente encontramos un espacio de tejido fibroso sinovial que corresponde a la fascia crural de Rouvière y Canela-Lazaro<sup>(44)</sup> (**Figura 5**) , que es necesario desbridar cuidadosamente, teniendo la precaución de mirar siempre con la óptica al lado lateral hasta llegar a las estructuras capsuloligamentosas posteriores (**Figuras 6 y 7**); es decir el ligamento intermaleolar, ligamento tibioperoneo distal posterior y su fascículo más profundo (ligamento transverso). Tendremos que proceder a reseca parcialmente el ligamento intermaleolar para acceder a la articulación subtalar.



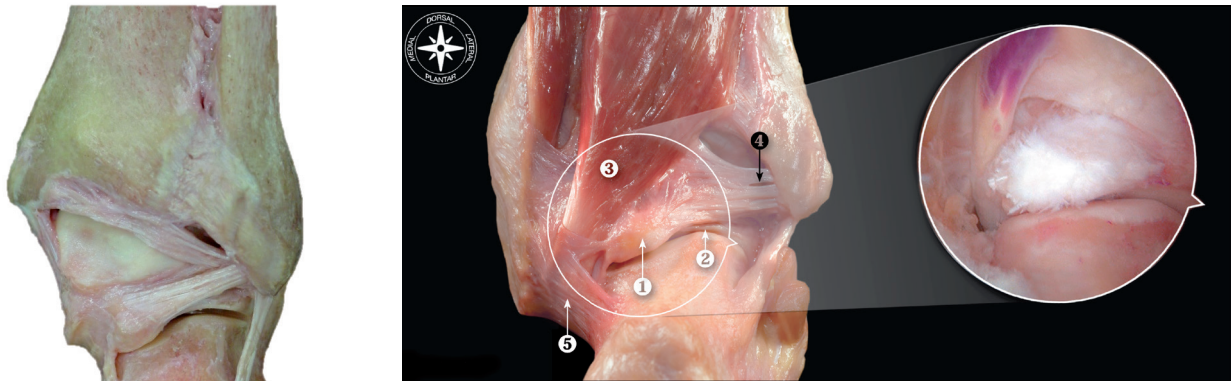


Figura 6. Estructuras capsuloligamentosas posteriores: 1. Proceso posterolateral del astrágalo. 2. Articulación subtalar. 3. Vientre muscular y tendón FHL. 4. Ligamento tibioperoneo distal posterior y su fascículo más profundo (ligamento transverso). 5. Ligamento calcaneofibular. (Preparación realizada por el Profesor Pau Golanó y el Dr. Jordi Vega). Visión endoscópica de dichas estructuras.

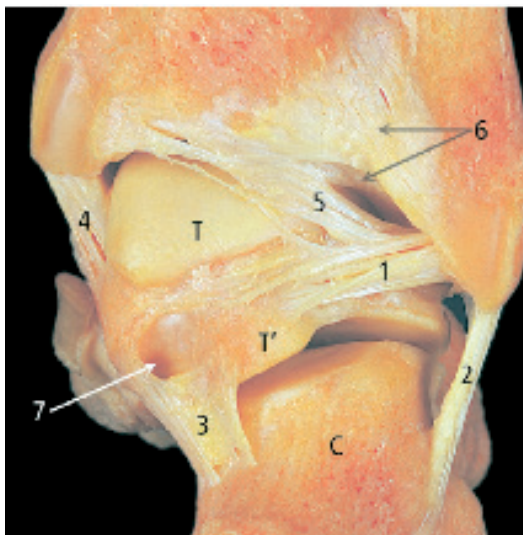


Figura 7. Estructuras capsuloligamentosas posteriores: 1. Ligamento talofibular posterior 2. Ligamento calcaneofibular. 3. Vaina tendinosa del FHL. 4. Ligamento tibiotalar posterior. 5. Ligamento intermaleolar posterior o tibial "split". 6. Ligamento tibiofibular posteroinferior (fascículo superficial y profundo). 7. Túnel osteofibroso del FHL. (T Talus. T' Proceso de Stieda. C Calcáneo). (Preparación realizada por el Profesor Pau Golanó).

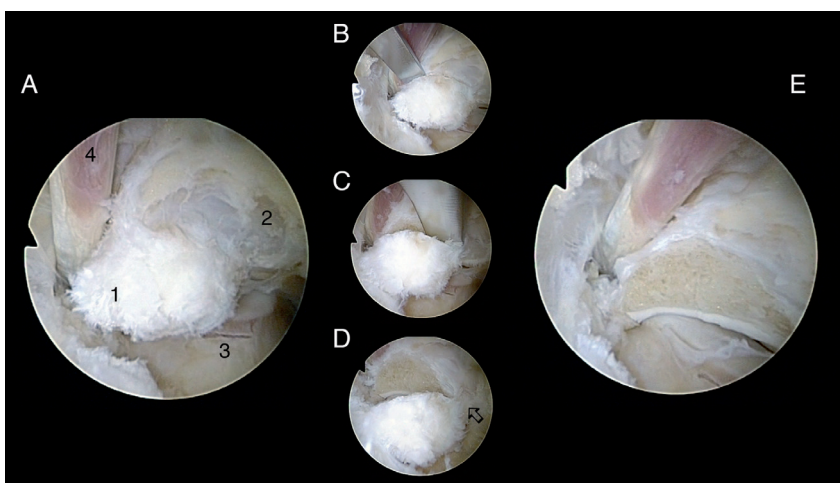


Figura 8. Estructuras del compartimento posterior del retropié. A. 1. Proceso posterolateral del astrágalo. 2. Astrágalo. 3. Calcáneo. 4. Tendón Flexor Hallucis Longus (FHL). B, C y D Resección del procesos posterolateral o proceso de Stieda para permitir una completa visualización de la articulación subtalar posterior. E. Articulación subtalar posterior y liberación del tendón FHL que supondrá el límite de seguridad para la artroscopia subtalar posterior. (Preparación realizada por el Profesor Pau Golanó y el Dr. Jordi Vega).

En el borde medial de la articulación subastragalina se encuentra el tendón del *flexor hallucis longus* (FHL), es imprescindible su identificación: el FHL nos marca el “límite de seguridad”, medial al tendón se encuentra el *flexor digitorum comunis* (FDC) y el paquete vasculonervioso tibialis posterior (**Figura 8**). Nuestro campo de trabajo estará entre el FHL y lateralmente hasta el maleolo peroneo y región posterolateral de la articulación subtalar (**Figura 9**).

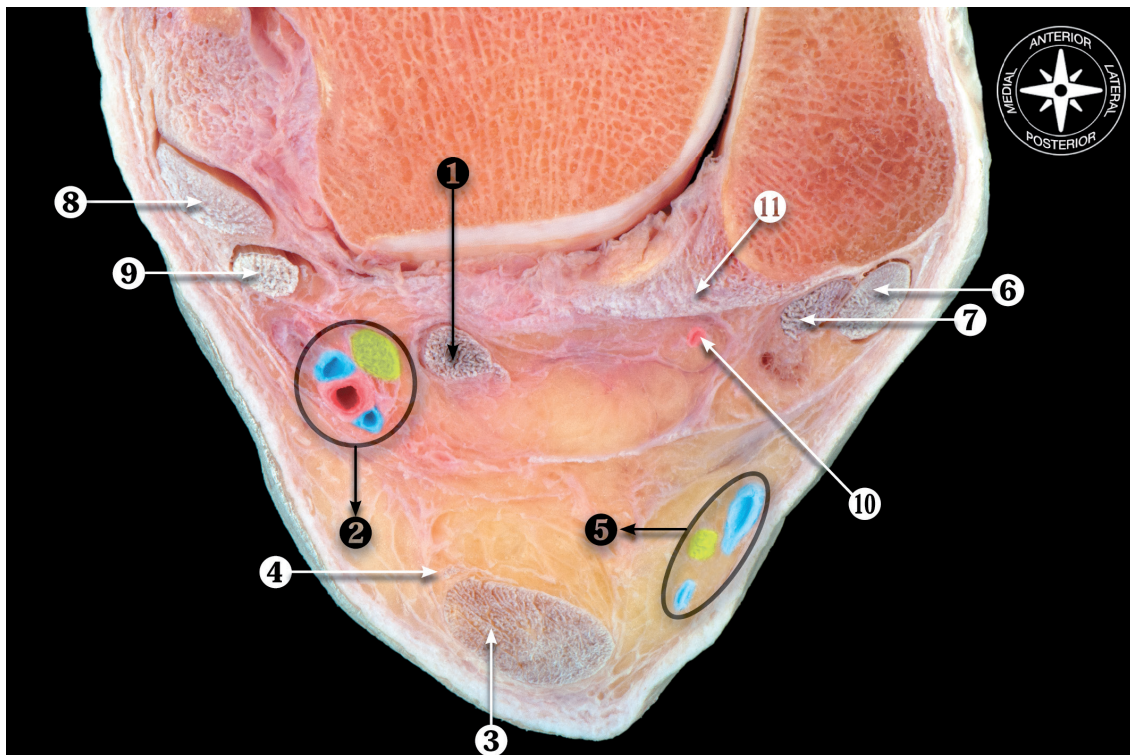


Figura 9. Estructuras del compartimento posterior del retropié. 1. Tendón FHL. 2. Paquete vasculonervioso del tibial posterior (arteria, dos venas y nervio). 3. TC. 4. Grasa preaquílea. 5. Nervio sural y vena safena menor. 6. Tendón peroneo longus. 7. Tendón peroneo brevis. 8. Tendón digitorum comunis. 9. Tendón tibialis posterior. 10. Fascia crural de Rouvière y Canela-Lazaro (ligamento fibulotalocalcáneo). 11. Ligamento intermaleolar. (Preparación realizada por el Profesor Pau Golanó y el Dr. Jordi Vega).

Estos portales permiten un excelente acceso a las articulaciones tibiotalar y subtalar. En aquellas ocasiones en las que es necesario realizar una fusión tibiototalcalcánea sin desaxaciones del retropié, podemos realizar dicha fusión empleando los portales endoscópicos posteriores y optamos por la osteosíntesis con un clavo retrogrado<sup>(45)</sup> como publicamos en el *Foot and Ankle Surgery* en el año 2013. La posición del paciente en decúbito prono nos permite una fácil inserción del clavo y de los tornillos de bloqueo.

## 2.2. Técnica quirúrgica de la artrodesis subtalar artroscópica.

La artrodesis subtalar artroscópica la realizamos bajo anestesia regional intradural con el paciente colocado en decúbito prono, manguito de isquemia situado en la raíz del muslo y un pequeño soporte debajo de la pierna que nos permita realizar movimientos de flexión dorsal y flexión plantar del tobillo (**Figura 3**).

Somos partidarios de llevar a cabo la cirugía artroscópica de pie y tobillo con bomba de perfusión a baja presión (30-40 mmHg) e instrumental convencional, es decir, óptica de 4.5 mm de 30°.

Una vez identificadas todas las estructuras, procedemos al fresado de las superficies articulares de calcáneo y astrágalo con la fresa de 4.0 ó 4.5 mm. El fresado lo realizamos de posterolateral a posteromedial y de anterolateral a anteromedial hasta identificar las estructuras del seno del tarso (ligamento cervical e interóseo), que marcan el límite anterior de la articulación subtalar posterior. Con el objeto de mejorar la visión de la parte anterior de la articulación subastragalina posterior podemos realizar un tercer portal en el seno del tarso (portal anterolateral del seno del tarso) , como describe van Dijk .

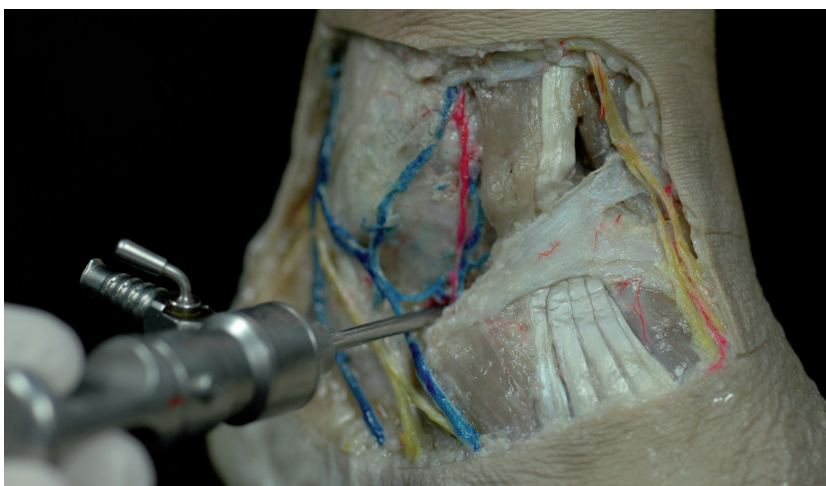


Figura 10. Portal anterolateral del seno del tarso. Se realiza unos 2 cm anterior y 1.5 cm distal a la punta del maléolo peroneo. (Preparación realizada en el Departamento de Ciencias Morfológicas 1 por el Profesor Sañudo y los Drs. Vilà y Rico y Díez Nicolás)

El tercer portal (**Figura 10**) nos permite confirmar que hemos accedido a la porción anterior de articulación subastragalina posterior, completar el fresado si existe algún tipo de excrecencia ósea y distraer el espacio subtalar. Una vez fresadas las superficies articulares (**Figura 11**) con



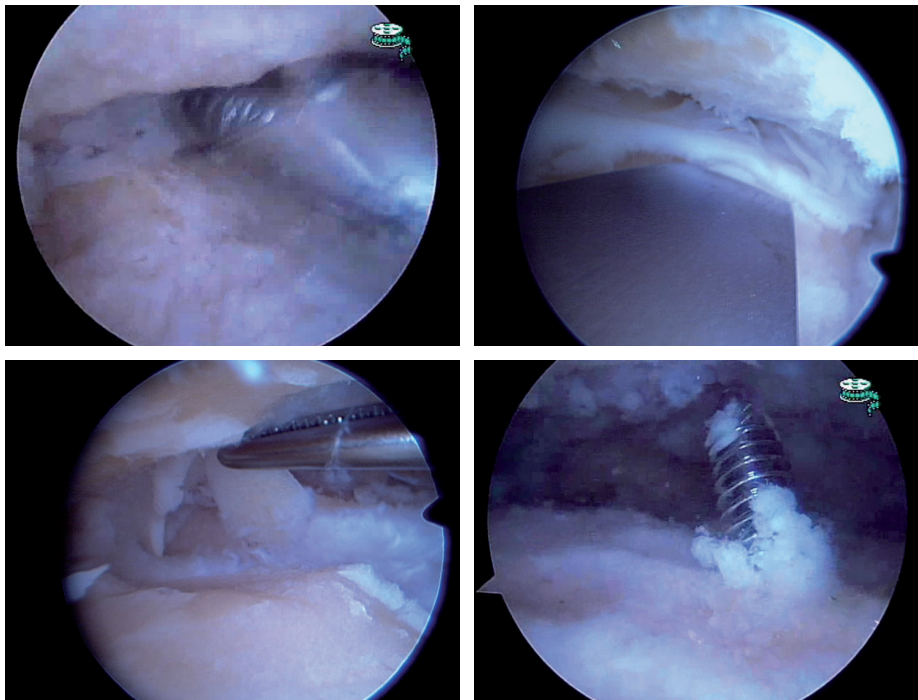


Figura 11. Fresado de las superficies articulares de la articulación subtalar posterior. Empleamos sinoviotomos, curetas, mini escoplos y cucharas hasta llegar a hueso subcondral. Es importante conservar el paralelismo de las superficies articulares. Una vez terminado el fresado procedemos bajo visualización directa y control endoscópico a introducir el/los tornillos canulados.

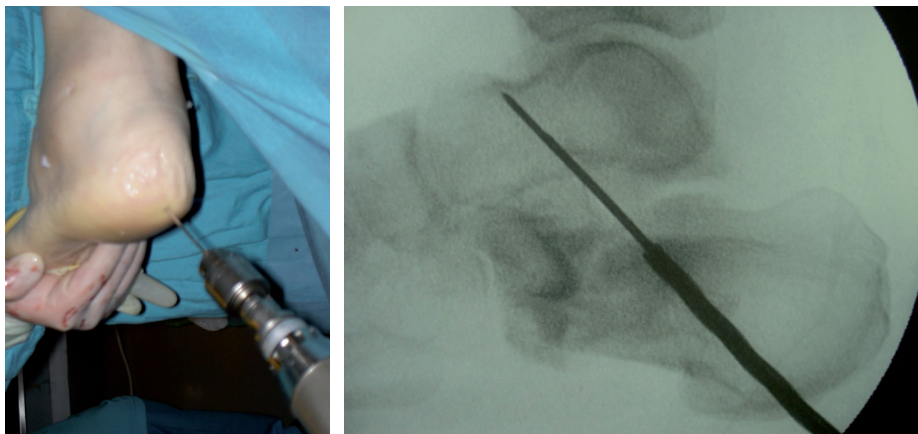


Figura 12. Introducción del tornillo canulado de 7.3 mm de Synthes A.O y control radioscópico. La colocación ideal del tornillo es en la mitad anterior de la articulación subtalar posterior, evitando su colocación excesivamente plantar y la protrusión tibiotalar.

buen aspecto hasta hueso subcondral con buen aspecto procederemos a estabilizar la fusión articular con un tornillo de 6.5 ó 7.3 mm en la parte más anterior de la articulación subastragalina posterior en dirección calcaneotalar o dos tornillos; con un segundo tornillo desde el calcáneo a la cabeza del astrágalo (**Figura 12**).

Es importante conseguir una perfecta coaptación de las superficies fresada de la cara inferior del astrágalo y la superior del calcáneo en la articulación subastragalina posterior. Para ello, a la vez que introducimos el tornillo retrocedemos con el artroscopio para disminuir el espacio articular.

## 3. Hipótesis y objetivo

### 3.1. Hipótesis.

Los resultados de la artrodesis subastragalina artroscópico son superiores a las técnicas abiertas convencionales en lo que se refiere a tasa de consolidación, tiempo hasta la consolidación y número de complicaciones.

### 3.2. Objetivo.

El objetivo del trabajo es analizar nuestra experiencia en la artrodesis subastragalina artroscópica, valorar nuestros resultados globales (diferencia en los valores pre y postoperatorios en la escala de la AOFAS, tasa de consolidación y complicaciones) y la influencia de otras variables (etiología, edad, sexo, lateralidad, sistemas de fijación y desaxaciones del retropié) en los resultados según la escala de la AOFAS, tasa de complicaciones y fusión articular.

Y realizar una detallada revisión bibliográfica de los trabajos publicados, haciendo especial hincapié en los resultados, tasa de consolidación, métodos de fijación y complicaciones de la artrodesis subastragalina mediante técnicas abiertas, mínimamente invasivas y aquellas técnicas endoscópicas que emplean los portales endoscópicos anterolateral y posterolateral.



## 4. Material y método

### 4.1. Criterios de inclusión.

Pacientes intervenidos de artrodesis subastragalina artroscópica:

- Artrodesis empleando los portales endoscópicos posteriores.
- Con un seguimiento mínimo de 24 meses y que hayan acudido a revisión clínico-radiológica durante el periodo del estudio.
- Pacientes en los que no se ha realizado otro gesto quirúrgico asociado (osteotomías de calcáneo, tenorrafias de refuerzo del TTP,...).

### 4.2. Criterios de exclusión.

Excluimos aquellos pacientes:

- Seguimiento menor de 24 meses.
- Artrodesis subastragalina artroscópica empleando los portales anterolateral y posterolateral.
- Todos aquellos que se han perdido en el seguimiento y no han podido ser valorados mediante la escala AOFAS del retropié al final del estudio.

### 4.3. Análisis descriptivo.

Se han revisado 65 pacientes intervenidos de ASA entre mayo de 2004 y febrero de 2011 con un seguimiento mínimo de 24 meses y medio de 57.54 meses (rango 24 – 105 meses) por un único cirujano.

La edad media fue de 50.03 años (DS 15.61). Los pacientes más jóvenes correspondían a aquellos que habían sufrido una fractura de calcáneo con una media de 38.24 años (DS 9.18). Los pacientes que presentaban PPV con DTTP suelen ser mujeres perimenopáusicas de 65.92 años de media (DS 4.54).

ANALYSIS VARIABLE : EDAD EDAD								
Mean	Std Dev	Minimum	25th Pctl	50th Pctl	75th Pctl	Maximum	N	N Miss
50.03	15.61	21.00	36.00	51.00	65.00	72.00	65	0

En la serie global el 58.46% eran hombres, y el 41.54% mujeres; si bien, en el grupo de la DTTP existía un predominio mujeres (95.83%) y en el de las secundarias a fracturas de calcáneo de varones (97.30%).

SEXO				
Sexo	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
H	38	58.46	38	58.46
M	27	41.54	65	100.00

Por lo que respecta a la lateralidad, el 61.54% de las artrodesis eran derechas y el 38.46% izquierdas.

LADO				
Lado	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
D	40	61.54	40	61.54
I	25	38.46	65	100.00

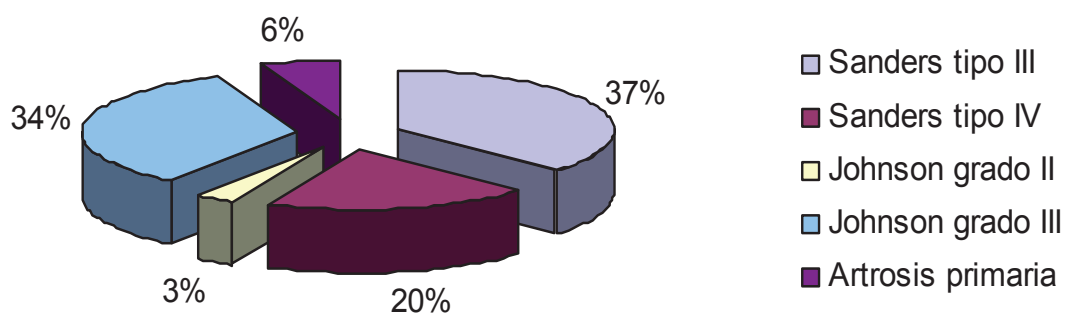
En cuanto a la etiología, dividimos a los pacientes en tres grupos:

- Grupo 1, aquellos pacientes que presentaban secuelas de fracturas intratálamicas de calcáneo.
- Grupo 2, pacientes diagnosticados de pie plano adquirido del adulto con DTTP.
- Grupo 3, pacientes que presentaban artrosis subtalar primaria.

La mayoría de los pacientes, debido a las características del Centro de trabajo correspondían al grupo de secuelas de fracturas intratálámicas de calcáneo (56.92%) siendo 24 casos del tipo III (36.92%) y 13 del tipo IV (20%) de Sanders <sup>(45)</sup>, seguida del grupo 2, pacientes con pie plano adquirido del adulto con DTTP (36.93%) grados II (3.08%) y III (33.85%) de Johnson <sup>(46)</sup> que posteriormente modifica Myerson <sup>(47)</sup> y tan sólo existían 4 pacientes con artrosis primaria subtalar aislada (6.15%).

CAUSA				
Causa	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
1ª	4	6.15	4	6.15
Fract. III	24	36.92	28	43.08
Fract. IV	13	20.00	41	63.08
TTP II	2	3.08	43	66.15
TTP III	22	33.85	65	100.00

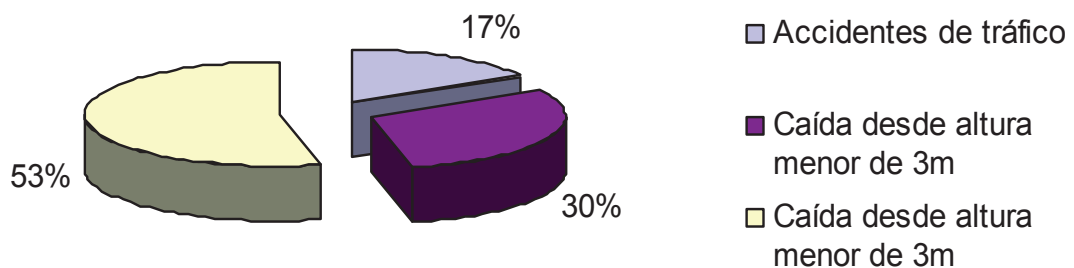
### Etiología artrosis subtalar



Por lo que respecta a la etiología de las fracturas intraarticulares de calcáneo, el 83.33% se debían a caídas desde altura, 30% correspondían a caídas de más de tres metros de altura, el 53.33% a caídas de menos de tres metros de altura y el 16.67% restante a accidentes de tráfico. La mayoría de los pacientes trabajaban en distintas ocupaciones de la construcción (56.10%).

MECANISMO				
Mecanismo	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
Altura	16	53.33	16	53.33
Altura > 3	9	30.00	25	83.33
Tráfico	5	16.67	30	100.00
Frequency Missing = 35				

### Etiología fracturas de calcáneo



En cuanto al tiempo transcurrido desde el inicio de la sintomatología hasta la intervención, la demora media fue de 17.33 meses (9-43 meses).

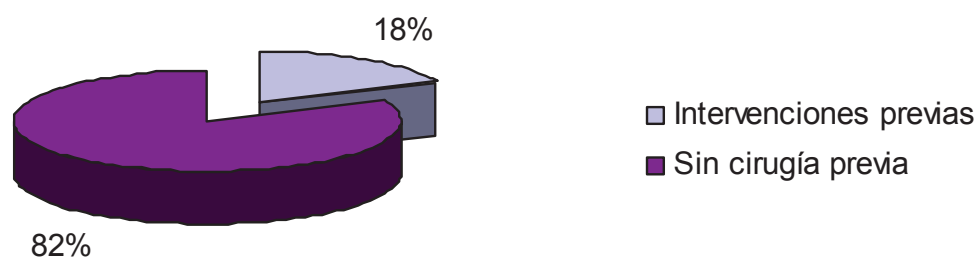
TIEMPO DE DEMORA				
Tiempo de demora	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
10 Meses	3	4.62	3	4.62
11 Meses	8	12.31	11	16.92
12 Meses	3	4.62	14	21.54
13 Meses	2	3.08	16	24.62
14 Meses	3	4.62	19	29.23
15 Meses	5	7.69	24	36.92
17 Meses	9	13.85	33	50.77
18 Meses	5	7.69	38	58.46
19 Meses	3	4.62	41	63.08
20 Meses	4	6.15	45	69.23
21 Meses	4	6.15	49	75.38
22 Meses	1	1.54	50	76.92
23 Meses	7	10.77	57	87.69
25 Meses	1	1.54	58	89.23
26 Meses	1	1.54	59	90.77
28 Meses	1	1.54	60	92.31
34 Meses	1	1.54	61	93.85
43 Meses	1	1.54	62	95.38
9 Meses	3	4.62	65	100.00



El 81.54% de los pacientes no presentaban intervenciones previas, mientras que el 18.46% (12 pacientes) habían sido intervenidos, realizándose reducción abierta y fijación interna con placas de bajo perfil de la fractura intratálámica de calcáneo.

CIRUGÍA PREVIA				
Cirugía previa	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
No	53	81.54	53	81.54
RAFI	12	18.46	65	100.00

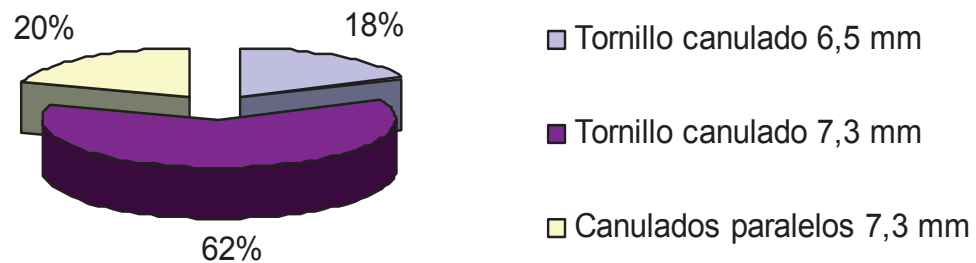
### Cirugía previa



Existían distintos tipos de configuración de la osteosíntesis de la artrodesis subtalar empleándose: 1 tornillo canulado de 6.5. mm sin cabeza en 12 casos (18.46%), 1 tornillo canulado de 7.3 mm en 40 pacientes (61.54%) y 2 tornillos canulados paralelos de 7.3 mm en 13 casos (20%). La colocación de los tornillos en todos los casos fue en dirección calcáneo talar.

FIJACIÓN				
Fijación	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
1 tornillo 6.5	12	18.46	12	18.46
1 tornillo 7.3	40	61.54	52	80.00
2 tornillos 7.3	13	20.00	65	100.00

### Configuración de la osteosíntesis



De la muestra global, 6 pacientes presentaban desaxaciones en valgo mayores de 10°.

DESAXACIONES PRE.				
Desaxaciones pre.	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
10° VALGO	6	100.00	6	100.00
Frequency Missing = 59				

## 4.4. Análisis estadístico.

Los datos cuantitativos han sido descritos con medidas de tendencia central (medias y medianas) y medidas de dispersión (desviación estándar, intervalo intercuartílico y rango); los datos cualitativos con frecuencias absolutas y relativas.

Se calculó la significación estadística de la diferencia de los valores pre y postoperatorios en la escala de AOFAS con una prueba t de Student pareada. Se comparó la distribución de la diferencia en la AOFAS en las distintas categorías de las otras variables (causa, fijaciones, desaxaciones) con las pruebas t de Student y análisis de la varianza en función del número de categorías.

En el análisis bivalente de las otras variables del estudio se aplicaron pruebas paramétricas y no paramétricas según la naturaleza de las variables de estudio: prueba de Wilcoxon y de Pearson para la comparación de variables continuas; prueba de Chi-cuadrado o prueba exacta de Fisher para la comparación de proporciones.

Se realiza un abordaje multivariante por medio de modelos de regresión lineal simple y múltiple para identificar si las variables de estudio tienen una asociación independiente con la diferencia en la AOFAS.

## 5. Resultados

### 5.1. Análisis de variantes dependientes: diferencia en la escala de la AOFAS.

#### 5.1.1. Análisis descriptivo.

Los resultados se evaluaron siguiendo la escala de la AOFAS<sup>(48)</sup> del retropié. La escala AOFAS es la más ampliamente admitida y empleada<sup>(21,23,49-53)</sup>. Esta escala incluye la respuesta subjetiva del paciente (60 puntos) y el análisis objetivo del examinador (40 puntos) para medir el resultado funcional del paciente (100 puntos). El resultado es considerado excelente (90-100 puntos), bueno (80-89 puntos), medio (70-79) y pobre (menos de 70 puntos). Cuando hablamos de la valoración de la AOFAS de la artrodesis subastragalina posterior es necesario restar los 6 puntos asignados a la movilidad de dicha articulación.

La escala de la AOFAS valora:

- **Dolor** (40 puntos)
  - Nada (40 puntos).
  - Leve, ocasional (30 puntos).
  - Moderado, diario (20 puntos).
  - Severo, casi siempre (0 puntos).
  
- **Función** (50 puntos)

**- Limitación de las actividades, ayuda que precise:**

- No limitación (10 puntos).
- No limitación de actividades de la vida diaria, limitación de actividad recreativa, no en el apoyo (7 puntos).
- Actividades de la vida diaria limitadas y actividad recreativa, bastón (4 puntos).
- Limitación severa de actividades de la vida diaria y actividad recreativa, caminar, muletas, silla de ruedas (0 puntos).

**- Máxima distancia caminada (manzanas):**

- >6 (5 puntos).
- 4-6 (4 puntos).
- 1-3 (2 puntos).
- <1 (0 puntos).

**- Caminar por superficies:**

- Ninguna dificultad en cualquier superficie (5 puntos).
- Algunas dificultades en terrenos desiguales, escaleras, rampas, laderas (3 puntos).
- Dificultades severas en terrenos desiguales, escaleras, rampas, laderas (0 puntos).

**- Cojera:**

- Nada o leve (8 puntos).
- Obvio (4 puntos).
- Marcado (0 puntos).

**- Movilidad en el plano sagital (flexión más extensión):**

- Normal o leve restricción (>30°) (8 puntos).
- Restricción moderada (15-29°) (4 puntos).
- Restricción severa (<15°) (0 puntos).

- **Movilidad del retropie (inversión más eversión):**

- Normal o suave restricción (75-100% normal) (6 puntos).
- Moderada restricción (25-74% normal) (3 puntos).
- Marcada restricción (<25% normal) (0 puntos).

- **Estabilidad de la parte posterior del pie y tobillo:**

- Estable (8 puntos).
- Claramente inestable (0 puntos).

- **Alineamiento (10 puntos)**

- Bueno, pie plantígrado, mediopie bien alineado (10 puntos).
- Mediano, pie plantígrado, algunos grados de mal alineamiento observados en tobillo y parte posterior del pie, no síntomas (8 puntos).
- Pobre, pie no plantígrado, mal alineamiento severo sintomático (0 puntos).

La escala AOFAS <sup>(48)</sup> valora el dolor, la función -atendiendo a la posibilidad de desarrollar sus actividades diarias o recreativas-, la distancia recorrida, la marcha según el tipo de suelo, la presencia de cojera, la movilidad del tobillo en flexión dorsal y flexión plantar y a la movilidad de la articulación subastragalina posterior en inversión y eversión, la alineación y la estabilidad en sentido anteroposterior y varo-valgo.

AOFAS PRE.				
AOFAS Pre.	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
19	1	1.54	1	1.54
26	2	3.08	3	4.62
28	1	1.54	4	6.15
31	2	3.08	6	9.23
33	1	1.54	7	10.77
36	1	1.54	8	12.31
46	2	3.08	10	15.38
47	1	1.54	11	16.92
48	6	9.23	17	26.15
51	1	1.54	18	27.69
52	2	3.08	20	30.77
53	1	1.54	21	32.31
54	8	12.31	29	44.62
55	3	4.62	32	49.23
56	21	32.31	53	81.54
57	2	3.08	55	84.62
58	2	3.08	57	87.69
59	3	4.62	60	92.31
60	1	1.54	61	93.85
61	4	6.15	65	100.00



Valoramos los ítems de la escala de la AOFAS de manera independiente.

DOLOR PRE.				
Dolor 1	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
0	8	12.31	8	12.31
20	57	87.69	65	100.00

ACTIVIDADES PRE.				
Actividades 1	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
0	2	3.08	2	3.08
4	54	83.08	56	86.15
7	9	13.85	65	100.00

DISTANCIA PRE.				
Distancia 1	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
2	11	16.92	11	16.92
4	54	83.08	65	100.00

MARCHA PRE.				
Marcha	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
0	3	4.62	3	4.62
3	62	95.38	65	100.00

COJERA PRE.				
Cojera 1	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
0	3	4.62	3	4.62
4	62	95.38	65	100.00

MOV. TOBILLO PRE.				
Mov. tobillo	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
4	5	7.69	5	7.69
8	60	92.31	65	100.00

ALINEACIÓN PRE.				
Alineación 1	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
5	59	90.77	59	90.77
10	6	9.23	65	100.00

ESTABILIDAD PRE.				
Estabilidad 1	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
0	9	13.85	9	13.85
8	56	86.15	65	100.00

En la serie global la AOFAS preoperatoria fue de 51.52 puntos (19-61 puntos). Cuando analizamos independientemente los dos principales grupos etiológicos, en el grupo de la artrosis secundaria a fracturas de calcáneo la AOFAS preoperatoria era de 49.03 puntos (rango puntos), mientras que en el grupo del PPV con DTTP era de 54.38 puntos (rango puntos).

Se realizó una valoración AOFAS postoperatoria encontrando un valor global de 81.86 puntos (60-94 puntos). Siendo respectivamente de 75.91 y de 89.29 puntos respectivamente cuando analizamos independientemente las causas.

AOFAS POST.				
AOFAS post	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
60	1	1.54	1	1.54
63	1	1.54	2	3.08
64	1	1.54	3	4.62
65	2	3.08	5	7.69
67	1	1.54	6	9.23
69	3	4.62	9	13.85
70	1	1.54	10	15.38
72	3	4.62	13	20.00
73	1	1.54	14	21.54
74	3	4.62	17	26.15
75	1	1.54	18	27.69
76	1	1.54	19	29.23
77	2	3.08	21	32.31
78	3	4.62	24	36.92
79	2	3.08	26	40.00
81	5	7.69	31	47.69
83	2	3.08	33	50.77
84	1	1.54	34	52.31
87	4	6.15	38	58.46
88	5	7.69	43	66.15
89	6	9.23	49	75.38
90	4	6.15	53	81.54
91	7	10.77	60	92.31
92	3	4.62	63	96.92
94	2	3.08	65	100.00

Cuando analizamos los distintos ítems de la escala de la AOFAS observamos como el dolor pasa de una puntuación de 17.53 puntos (0-20) a 35.23 puntos (30-40). Por lo que respecta a la función, la posibilidad de realizar sus actividades diarias y recreativas la puntuación preoperatoria fue de 4.29 puntos (0-7) y postoperatoria de 7.78 puntos (4-10); la distancia recorrida pasó de 3.66 (2-4) a 4 puntos (2-5); la marcha en función del tipo de suelo preoperatoria fue de 2.86 (0-3) y postoperatoria de 3.50 (0-5); la presencia de cojera preoperatoria fue de 3.81 (0-4) y postoperatoria de 7.26 (4-8); la movilidad del tobillo fue de 7.69 preoperatoria y de 8.61 postoperatoria. La movilidad de la articulación subastragalina en inversión y eversión, lógicamente no se valora por ser el objetivo del tratamiento quirúrgico la fusión de dicha articulación. La alineación preoperatoria fue de 5.46 puntos y la postoperatoria de 8.61 puntos y por último la estabilidad del retropié pasó de 6.89 (0-8) a 8 puntos después de la intervención.

DOLOR POST.				
Dolor	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
30	31	47.69	31	47.69
40	34	52.31	65	100.00

ACTIVIDADES POST.				
Actividades	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
4	1	1.54	1	1.54
7	46	70.77	47	72.31
10	18	27.69	65	100.00

DISTANCIA POST.				
Distancia	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
2	10	15.38	10	15.38
3	1	1.54	11	16.92
4	33	50.77	44	67.69
5	21	32.31	65	100.00

**MARCHA SUELO POST.**

Marcha suelo	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
0	1	1.54	1	1.54
3	46	70.77	47	72.31
5	18	27.69	65	100.00

**COJERA POST.**

Cojera	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
4	12	18.46	12	18.46
8	53	81.54	65	100.00

**MOV. TOBILLO POST.**

Mov. tobillo	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
4	14	21.54	14	21.54
8	51	78.46	65	100.00

**ALINEACIÓN POST.**

Alineación	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
5	18	27.69	18	27.69
10	47	72.31	65	100.00

**ESTABILIDAD POST.**

Estabilidad	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
8	65	100.00	65	100.00

La diferencia en la escala pre y postoperatorio global fue de 30.123 puntos (27.879-32.367). Lo que supone una diferencia estadísticamente significativa ( $p < .0001$ ).

STATISTICS										
Difference	N	Lower CL Mean	Mean	Upper CL Mean	Lower CL Std Dev	Std Dev	Upper CL Std Dev	Std Err	Minimum	Maximum
AOFAS post.	6	27.879	30.12	32.367	7.723	9.0563	10.95	1.1233	9	60
AOFAS pre.	5		3							

T-TESTS			
Difference	DF	t Value	Pr >  t
AOFAS post. - AOFAS pre.	64	26.82	<.0001

Cuando analizamos en el grupo 1 la diferencia fue de 26.95 puntos (DS 9.14) y en grupo 2 de 34.92 puntos (DS 7.37): en ambos grupos la mejoría era estadísticamente significativa ( $p < .0001$ ). Cuando comparamos los resultados del grupo 1 y del grupo 2, la diferencia entre la mejoría en la escala AOFAS era de -7.971 (-12.43 y -3.516) y este valor es también estadísticamente significativo ( $p = 0.0007$ ).

ANALYSIS VARIABLE : DIFAOFAS											
_causa	N Obs	Mean	Std Dev	Minimum	25th Pctl	50th Pctl	75th Pctl	Maximum	N	N Miss	Pr >  t
1	37	26.95	9.14	9.00	21.00	27.00	33.00	46.00	37	0	< .0001
2	24	34.92	7.37	21.00	31.00	33.00	38.00	60.00	24	0	< .0001

STATISTICS											
Variable	_causa	N	Lower CL Mean	Mean	Upper CL Mean	Lower CL Std Dev	Std Dev	Upper CL Std Dev	Std Err	Minimum	Maximum
difAOFAS	1	37	23.898	26.946	29.994	7.4333	9.1407	11.873	1.5027	9	46
difAOFAS	2	24	31.804	34.917	38.029	5.7293	7.3716	10.341	1.5047	21	60
difAOFAS	Diff (1-2)		-12.43	-7.971	-3.516	7.2006	8.495	10.361	2.2265		

T-TESTS					
Variable	Method	Variances	DF	t Value	Pr >  t
difAOFAS	Pooled	Equal	59	-3.58	0.0007

Cuando analizamos la disposición de la osteosíntesis independientemente la diferencia en la escala AOFAS pre y postoperatoria, los valores eran en el grupo fijada con 1 tornillo canulado de 6.5 mm de 31.17 puntos (DS 10.93); en el grupo fijada con 1 tornillo canulado de 7.0 mm de 30.28 puntos (DS 7.51) y en el grupo de 2 tornillos canulado de 7.0 mm de 28.69; en los tres grupos las diferencias entre los valores pre y post eran estadísticamente significativas ( $p < .0001$ ); mientras que cuando comparábamos estos valores entre si la diferencia no era estadísticamente significativa ( $p = 0.7860$ ).

ANALYSIS VARIABLE : difAOFAS											
Fijación	N Obs	Mean	Std Dev	Minimum	25th Pctl	50th Pctl	75th Pctl	Maximum	N	N Miss	Pr >  t
1 tornillo 6.5	12	31.17	10.93	9.00	26.50	32.00	39.00	46.00	12	0	<.0001
1 tornillo 7.0	40	30.28	7.51	13.00	26.00	31.00	35.50	43.00	40	0	<.0001
2 tornillos 7.0	13	28.69	11.89	10.00	24.00	30.00	31.00	60.00	13	0	<.0001

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	40.604487	20.302244	0.24	0.7860
Error	62	5208.410897	84.006627		
Corrected Total	64	5249.015385			



Cuando analizamos y comparamos la diferencia en la escala de la AOFAS pre y postoperatoria en los pacientes con normoeje del retropié (59 casos) con aquellos que presentaban desaxaciones  $>10^\circ$  (6 casos) - si bien los grupos eran muy dispares en lo que se refería a número -, la diferencia era de 30.627 puntos (DS 9.18) y de 25.167 (DS 6.30) no teniendo estas diferencias significación estadística (p 0.1611). Si bien el intervalo es mucho más amplio en el grupo de los pacientes con retropié en valgo  $< 10^\circ$  (18.549-31.784) respecto al grupo de pacientes con retropié normoposicionado (28.235-33.019).

DESAXACIONES PRE.				
Desaxaciones pre.	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
0	59	90.77	59	90.77
10° VALGO	6	9.23	65	100.00

ANALYSIS VARIABLE : difAOFAS											
Desaxaciones pre.	N Obs	Mean	Std Dev	Minimum	25th Pctl	50th Pctl	75th Pctl	Maximum	N	N Miss	Pr >  t
0	59	30.63	9.18	9.00	26.00	31.00	36.00	60.00	59	0	<.0001
10° VALGO	6	25.17	6.31	17.00	22.00	24.50	27.00	36.00	6	0	0.0002

STATISTICS										
Variable	Desaxaciones pre.	N	Lower CL Mean	Mean	Upper CL Mean	Lower CL Std Dev	Std Dev	Upper CL Std Dev	Std Err	Minimum
difAOFAS	0	59	28.235	30.627	33.019	7.7712	9.18	11.218	1.1951	9
difAOFAS	10° VALGO	6	18.549	25.167	31.784	3.9363	6.3061	15.466	2.5744	17
difAOFAS	Diff (1-2)		-2.234	5.4605	13.155	7.6539	8.9856	10.883	3.8503	

T-TESTS					
Variable	Method	Variances	DF	t Value	Pr >  t
difAOFAS	Pooled	Equal	63	1.42	0.1611

### 5.1.2. Análisis bivalente.

*The REG Procedure*

*Model: MODEL1*

*Dependent Variable: difAOFAS*

#### 1. DIFERENCIA AOFAS Y EDAD.

Se objetiva que a mayor edad existe mayor diferencia en la escala AOFAS (0.0010). *EXISTE UNA DIFERENCIA ESTADISTICAMENTE SIGNIFICATIVA.*

Number of Observations Read	65
Number of Observations Used	65

ANALYSIS OF VARIANCE					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	830.62342	830.62342	11.84	0.0010
Error	63	4418.39196	70.13321		
Corrected Total	64	5249.01538			

Root MSE	8.37456	R-Square	0.1582
Dependent Mean	30.12308	Adj R-Sq	0.1449
Coeff Var	27.80113		

PARAMETER ESTIMATES						
Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	Intercept	1	18.57554	3.51254	5.29	<.0001
Edad	Edad	1	0.23081	0.06707	3.44	0.0010

## 2. DIFERENCIA AOFAS Y SEXO.

Se objetiva que existe mayor diferencia (0.0006) en la escala AOFAS en el sexo femenino.  
*EXISTE UNA DIFERENCIA ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVA.*

ANALYSIS OF VARIANCE					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	907.37503	907.37503	13.17	0.0006
Error	1	907.37503	907.37503		
Corrected Total	64	5249.01538			

Root MSE	8.30150	R-Square	0.1729
Dependent Mean	30.12308	Adj R-Sq	0.1597
Coeff Var	27.55861		

PARAMETER ESTIMATES					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	34.55556	1.59762	21.63	<.0001
_sexo	1	-7.58187	2.08949	-3.63	0.0006

### 3. DIFERENCIA AOFAS Y CAUSA.

Se objetiva que existe mayor diferencia (0.0007) en la escala AOFAS en función de la causa.  
*EXISTE UNA DIFERENCIA ESTADISTICAMENTE SIGNIFICATIVA.*

Number of Observations Read	65
Number of Observations Used	61
Number of Observations with Missing Values	4

ANALYSIS OF VARIANCE					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	924.86494	924.86494	12.82	0.0007
Error	59	4257.72523	72.16483		
Corrected Total	60	5182.59016			

Root MSE	8.49499	R-Square	0.1785
Dependent Mean	30.08197	Adj R-Sq	0.1645
Coeff Var	28.23947		

PARAMETER ESTIMATES					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	18.97523	3.28762	5.77	<.0001
_causa	1	7.97072	2.22649	3.58	0.0007

#### 4. ANÁLISIS DE LA VARIABLE DIFERENCIA EN LA ESCALA AOFAS Y CIRUGÍAS PREVIAS.

Del total de la muestra, 53 pacientes no presentaban cirugías previas, mientras que 12 presentaban un tratamiento quirúrgico previo (fijación interna y osteosíntesis de la fractura de calcáneo). La diferencia en la escala AOFAS es de 31.02 puntos (DS 8.55) en el grupo de no cirugía previa, mientras que en el grupo de cirugías previas la diferencia AOFAS fue de 26.17 (DS 10.50). Sin embargo, este valor no tiene significación estadística (0.1429). *NO EXISTE UNA DIFERENCIA ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVA.*

ANALYSIS VARIABLE : DIFAOFAS										
Cir. previa	N Obs	Mean	Std Dev	Minimum	25th Pctl	50th Pctl	75th Pctl	Maximum	N	N Miss
No	53	31.02	8.55	10.00	27.00	31.00	35.00	60.00	53	0
RAFI	12	26.17	10.50	9.00	19.00	25.50	35.00	41.00	12	0

WILCOXON SCORES (RANK SUMS) FOR VARIABLE DIFAOFAS CLASSIFIED BY VARIABLE CIR. PREVIA	
Pr > Chi-Square	0.1429

#### 5.1.3. Análisis multivariante.

Debido a las diferencias estadísticamente significativas encontradas entre la diferencia en la escala de la AOFAS y la causa, sexo y edad, decidimos llevar a cabo un análisis multivariante para valorar correctamente la importancia de estas variables. Además la muestra causal es muy heterogénea. Grupo 1 pacientes jóvenes y con predominio de varones y el grupo 2, con un claro predominio de mujeres y en la 5ª-6ª década de la vida.

## 1. DIFERENCIA ESCALA AOFAS/CAUSA/EDAD.

A igualdad de causa no existen diferencias estadísticamente significativas (0.2372). Pacientes en el mismo grupo causal, no existen diferencias en función de la edad (0.5317). *PODER INDEPENDIENTE DE LAS VARIABLES.*

### *The REG Procedure*

*Model: MODEL1*

*Dependent Variable: difAOFAS*

Number of Observations Read	65
Number of Observations Used	61
Number of Observations with Missing Values	4

ANALYSIS OF VARIANCE					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	953.72788	476.86394	6.54	0.0027
Error	58	4228.86229	72.91142		
Corrected Total	60	5182.59016			

Root MSE	8.53882	R-Square	0.1840
Dependent Mean	30.08197	Adj R-Sq	0.1559
Coeff Var	28.38517		

PARAMETER ESTIMATES						
Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	Intercept	1	18.01683	3.63876	4.95	<.0001
Edad	Edad	1	0.09067	0.14411	0.63	0.5317
_causa		1	5.46149	4.57314	1.19	0.2372

## 2. DIFERENCIA ESCALA AOFAS/CAUSA/SEXO.

A igualdad de causa no existen diferencias estadísticamente significativas entre sexos (0.4520).  
 Pacientes en el mismo grupo de sexo, no existen diferencias en función de la causa (0.5547).  
*NO EXISTEN DIFERENCIAS ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVAS EN AMBOS SENTIDOS.*

### *The REG Procedure*

**Model:** MODEL1

**Dependent Variable:** difAOFAS

Number of Observations Read	65
Number of Observations Used	61
Number of Observations with Missing Values	4

ANALYSIS OF VARIANCE					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	966.53302	483.26651	6.65	0.0025
Error	2	966.53302	483.26651		
Corrected Total	60	5182.59016			

Root MSE	8.52588	R-Square	0.1865
Dependent Mean	30.08197	Adj R-Sq	0.1584
Coeff Var	28.34216		

PARAMETER ESTIMATES					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	27.82041	12.13974	2.29	0.0256
_sexo	1	-4.64490	6.13499	-0.76	0.4520
_causa	1	3.64490	6.13499	0.59	0.5547

### 3. DIFERENCIA ESCALA AOFAS/EDAD/SEXO.

A igualdad de edad no existen diferencias estadísticamente significativas entre sexos (0.1555). Pacientes en el mismo grupo de sexo, no existen diferencias en función de la edad (0.3324). *NO EXISTEN DIFERENCIAS ESTADISTICAMENTE SIGNIFICATIVAS EN AMBOS SENTIDOS.*

#### *The REG Procedure*

*Model: MODEL1*

*Dependent Variable: difAOFAS*

ANALYSIS OF VARIANCE					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	973.19481	486.59741	7.06	0.0017
Error	62	4275.82057	68.96485		
Corrected Total	64	5249.01538			

Root MSE	8.30451	R-Square	0.1854
Dependent Mean	30.12308	Adj R-Sq	0.1591
Coeff Var	27.56859		

PARAMETER ESTIMATES						
Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	Intercept	1	27.67387	7.22320	3.83	0.0003
_sexo		1	-4.92814	3.42752	-1.44	0.1555
Edad	Edad	1	0.10654	0.10906	0.98	0.3324

En resumen, el mejor resultado no es independiente de la edad ni del sexo. Los resultados se agrupan en función de la causa. Estas son las características de distribución por edad y sexo de la muestra en función de la etiología.



#### 4. DIFERENCIA CAUSA/EDAD/SEXO.

Cuando realizamos el análisis multivariante de la causa edad y sexo, encontramos que no existe asociación entre estas variables (0.4697, 0.4048 y 0.9813) . *NO EXISTEN DIFERENCIAS ESTADISTICAMENTE SIGNIFICATIVAS.*

##### *The REG Procedure*

*Model: MODEL1*

*Dependent Variable: difAOFAS*

Number of Observations Read	65
Number of Observations Used	61
Number of Observations with Missing Values	4

ANALYSIS OF VARIANCE					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1005.36040	335.12013	4.57	0.0061
Error	57	4177.22977	73.28473		
Corrected Total	60	5182.59016			

Root MSE	8.56065	R-Square	0.1940
Dependent Mean	30.08197	Adj R-Sq	0.1516
Coeff Var	28.45775		

PARAMETER ESTIMATES						
Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	Intercept	1	27.77930	12.18938	2.28	0.0264
Edad	Edad	1	0.10600	0.14563	0.73	0.4697
_sexo		1	-5.21169	6.20903	-0.84	0.4048
_causa		1	0.18358	7.78195	0.02	0.9813

#### 5.1.4. Análisis estratificado.

Cuando analizamos dentro de cada grupo causal la edad y el sexo, comprobamos que el resultado medido como la diferencia en la escala de la AOFAS no depende ni de la edad ni del sexo. En definitiva, se objetiva la disparidad de las muestras en función de la causa y subsiguientemente de edad y sexo; sin embargo, los resultados se justifican en función de la causa.

TABLE OF _SEXO BY _CAUSA						
_sexo			_causa			
Frequency	Percent	Row Pct	Col Pct	1	2	Total
0				1	23	24
				1.64	37.70	39.34
				4.17	95.83	
				2.70	95.83	
1				36	1	37
				59.02	1.64	60.66
				97.30	2.70	
				97.30	4.17	
Total				37	24	61
				60.66	39.34	100.00
Frequency Missing = 4						

Number of Observations Read	37
Number of Observations Used	37

PARAMETER ESTIMATES					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	34.05422	10.66198	3.19	0.0030
Edad	1	0.14546	0.16502	0.88	0.3842
_sexo	1	-13.02327	9.21943	-1.41	0.1669

PARAMETER ESTIMATES					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	22.07883	6.55721	3.37	0.0019
Edad	1	0.12727	0.16684	0.76	0.4507

Number of Observations Read	24
Number of Observations Used	24

PARAMETER ESTIMATES					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	48.01798	24.06097	2.00	0.0591
Edad	1	-0.20160	0.36569	-0.55	0.5873
_sexo	1	4.49710	8.13144	0.55	0.5861

PARAMETER ESTIMATES					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	44.39958	22.78616	1.95	0.0642
Edad	1	-0.14386	0.34490	-0.42	0.6806

## 5.2. Análisis de variantes dependientes: tasa de consolidación.

### 5.2.1. Análisis descriptivo.

Por lo que respecta a la consolidación, el tiempo medio hasta que se obtuvo la consolidación radiológica fue de 11.2 semanas (9-16 semanas) en los 62 pacientes en que se obtuvo la consolidación de la artrodesis (**Figuras 13 y 14**). En tres pacientes (4.61%) no obtuvimos la fusión articular, precisando reintervención quirúrgica mediante técnica abierta en dos casos y artroscópica en otro caso.

CONSOLIDACIÓN				
Consolidación	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
9	1	1.59	1	1.59
10	16	25.40	17	26.98
11	12	19.05	29	46.03
12	14	22.22	43	68.25
13	11	17.46	54	85.71
14	5	7.94	59	93.65
15	2	3.17	61	96.83
16	1	1.59	62	98.41
37	1	1.59	63	100.00
Frequency Missing = 2				



Figura 13. Artrodesis consolidada en una paciente de 72 años de edad, diagnosticada de artrosis primaria subastragalina.

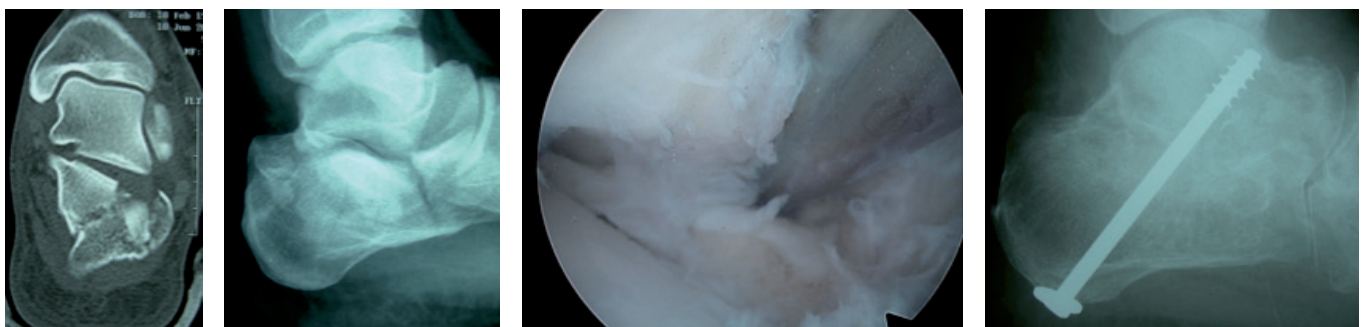


Figura 14. Artrodesis consolidada en una paciente de 22 años de edad, diagnosticada de artrosis postraumática tras fractura intratálmica de calcáneo Sanders 3 con importante hundimiento de la subastragalina posterior como se objetiva en la imagen artroscópica. Consolidación radiológica a las 11 semanas.

### 5.2.2. Análisis bivalente.

#### 1. EDAD EN FUNCIÓN DE LA CAUSA Y EL TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN.

Encontramos, que si bien, la muestra es heterogénea en cuanto a la edad (<.0001), sin embargo no existen diferencias estadísticamente significativas (0.5969) en cuanto al tiempo de consolidación.

_causa	N Obs	Variable	Label	Mean	Std Dev	Minimum	25th Pctl	50th Pctl	75th Pctl	Maximum	N	N Miss
1	37	Edad Consolidación	Edad Consolidación	38.24 12.51	9.18 4.52	21.00 10.00	33.00 10.00	39.00 12.00	45.00 13.00	57.00 37.00	37 35	0 2
2	24	Edad Consolidación	Edad Consolidación	65.92 11.67	4.54 1.52	57.00 10.00	62.50 10.00	67.00 12.00	70.00 12.50	72.00 16.00	24 24	0 0

#### WILCOXON SCORES (RANK SUMS) FOR VARIABLE EDAD CLASSIFIED BY VARIABLE \_CAUSA

Pr &gt; Chi-Square

&lt;.0001

#### WILCOXON SCORES (RANK SUMS) FOR VARIABLE CONSOLIDACION CLASSIFIED BY VARIABLE \_CAUSA

Pr &gt; Chi-Square

0.5969

#### 2. FIJACIÓN RESPECTO A LA EDAD Y EL TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN.

Al analizar la distribución de la osteosíntesis con 1 tornillo de 6.5 mm, 1 tornillo de 7.3 mm o 2 tornillos de 7.3 no existen diferencias estadísticamente significativas cuando analizamos la distribución por edad (0.4040), obteniendo unas medias de edad de 45.50, 51.83 y 48.69 años con unas DS muy similares, 15.42, 15.66 y 15.84 o tiempo de consolidación ( 0.2711). Sin embargo, respecto al tiempo de consolidación, encontramos que en el grupo de 1 tornillo de 6.5 mm el tiempo de consolidación es relativamente más alto (14.20 semanas frente a 11.90 y 11.31 semanas y con una DS mucho mayor 8.23 respecto a 1.34 y 1.84 en los otros grupos).

Fijación	N Obs	Variable	Label	Mean	Std Dev	Minimum	25th Pctl	50th Pctl	75th Pctl	Maximum	N	N Miss
1 tornillo 6.5	12	Edad Consolidacion	Edad Consolidacion	45.50 14.20	15.42 8.23	29.00 9.00	33.00 10.00	41.00 11.50	57.50 14.00	71.00 37.00	12 10	0 2
1 tornillo 7.3	40	Edad Consolidacion	Edad Consolidacion	51.83 11.90	15.66 1.34	21.00 10.00	39.00 11.00	54.50 12.00	66.50 13.00	72.00 15.00	40 40	0 0
2 tornillos 7.3	13	Edad Consolidacion	Edad Consolidacion	48.69 11.31	15.84 1.84	21.00 10.00	35.00 10.00	53.00 10.00	62.00 12.00	70.00 16.00	13 13	0 0

**WILCOXON SCORES (RANK SUMS) FOR VARIABLE EDAD  
CLASSIFIED BY VARIABLE \_FIJACIÓN**

Pr > Chi-Square

0.4040

**WILCOXON SCORES (RANK SUMS) FOR VARIABLE CONSOLIDACION  
CLASSIFIED BY VARIABLE \_FIJACIÓN**

Pr > Chi-Square

0.2711

### 3. RELACIÓN DE LAS COMPLICACIONES CON LA EDAD Y EL TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN.

Del total de paciente, 57 no presentaron complicaciones, con una edad media de 50.33 y un periodo medio de consolidación de 11.84 semanas; mientras que el grupo que presentó alguna complicación, presentaba una edad media de 47.88 años con un tiempo de consolidación de 15 semanas. No existen diferencias estadísticamente significativas en la variable edad (0.6173), ni en la variable tiempo de consolidación (0.3331) en el grupo que presentó alguna complicación y el que no. *NO EXISTE UNA DIFERENCIA ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVA.*

_complicaciones	N Obs	Variable	Label	Mean	Std Dev	Minimum	25th Pctl	50th Pctl	75th Pctl	Maximum	N
0	57	Edad Consolidacion	Edad Consolidacion	50.33 11.84	15.46 1.56	21.00 9.00	39.00 11.00	52.00 12.00	65.00 13.00	72.00 16.00	57 57
1	8	Edad Consolidacion	Edad Consolidacion	47.88 15.00	17.55 10.81	29.00 10.00	32.50 10.00	43.50 10.50	65.00 12.00	72.00 37.00	8 6

_complicaciones	N Obs	Variable	Label	N Miss
0	57	Edad Consolidacion	Edad Consolidacion	0 0
1	8	Edad Consolidacion	Edad Consolidacion	0 2

WILCOXON SCORES (RANK SUMS) FOR VARIABLE EDAD CLASSIFIED BY VARIABLE _COMPLICACIONES	
Pr > Chi-Square	0.6173

WILCOXON SCORES (RANK SUMS) FOR VARIABLE CONSOLIDACION CLASSIFIED BY VARIABLE _COMPLICACIONES	
Pr > Chi-Square	0.3331

#### 4. RELACIÓN DE LAS DESAXACIONES CON LA EDAD Y EL TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN.

59 pacientes no presentaron desaxaciones, con una edad media de 51.41 años y un periodo medio de consolidación de 12.18 semanas; mientras que el grupo que presentaba desaxaciones de 10° de valgo, la edad media fue 36.50 años con un tiempo de consolidación de 11.83 semanas. Cuando analizamos las desaxaciones, no existen diferencias estadísticamente significativas en la variable edad (0.0247), ni en la variable tiempo de consolidación (0.8672).

Desaxaciones pre.	N Obs	Variable	Label	Mean	Std Dev	Minimum	25th Pctl	50th Pctl	75th Pctl	Maximum
0	59	Edad Consolidacion	Edad Consolidacion	51.41 12.18	15.60 3.69	21.00 9.00	39.00 10.00	54.00 12.00	66.00 13.00	72.00 37.00
10° VALGO	6	Edad Consolidacion	Edad Consolidacion	36.50 11.83	7.20 1.47	29.00 10.00	29.00 11.00	37.00 11.50	39.00 13.00	48.00 14.00

Desaxaciones pre.	N Obs	Variable	Label	N	N MIss
0	59	Edad Consolidacion	Edad Consolidacion	59 57	0 2
10° VALGO	6	Edad Consolidacion	Edad Consolidacion	6 6	0 0

##### WILCOXON SCORES (RANK SUMS) FOR VARIABLE EDAD CLASSIFIED BY VARIABLE DESAXACIONES PRE

Pr &gt; Chi-Square

0.0247

##### WILCOXON SCORES (RANK SUMS) FOR VARIABLE CONSOLIDACION CLASSIFIED BY VARIABLE DESAXACIONES PRE

Pr &gt; Chi-Square

0.8672



#### 4.1. Relación de las desaxaciones con la lateralidad.

No existían diferencias estadísticamente significativas (1.000) entre el grupo que no presentaba desaxaciones (55.38% pies derechos) y el grupo que las presentó (66.67% pies derechos).

TABLE OF DESAXACIONES PRE BY LADO			
Desaxaciones pre(desaxaciones pre)	Lado (Lado)		
Frequency Percent Row Pct Col Pct	D	I	Total
0	36 55.38 61.02 90.00	23 35.38 38.98 92.00	59 90.77
10° VALGO	4 6.15 66.67 10.00	2 3.08 33.33 8.00	6 9.23
Total	40 61.54	25 38.46	65 100.00

FISHER'S EXACT TEST	
Two-sided Pr <= P	1.0000

#### 4.2. Relación de las desaxaciones con el sexo.

No existían diferencias estadísticamente significativas (0.0370) entre el grupo que no presentaba desaxaciones (49.23% hombres) y el grupo que las presentó (100% hombres).

TABLE OF DESAXACIONES PRE BY SEXO			
Desaxaciones pre(desaxaciones pre)	Sexo (Sexo)		
Frequency Percent Row Pct Col Pct	H	M	Total
0	32 49.23 54.24 84.21	27 41.54 45.76 100.00	59 90.77
10° VALGO	6 9.23 100.00 15.79	0 0.00 0.00 0.00	6 9.23
Total	38 58.46	27 41.54	65 100.00

FISHER'S EXACT TEST	
Two-sided Pr <= P	0.0370

## 5. ANÁLISIS DE LA VARIABLE TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN Y LA EDAD.

No se demuestra que exista asociación entre la edad y el tiempo de consolidación ; el coeficiente de correlación (0.6619) es muy bajo.

Variable	N	Mean	Std Dev	Median	Minimum	Maximum	Label
Consolidación	63	12.14286	3.53260	12.00000	9.00000	37.00000	Consolidación
Edad	65	50.03077	15.60846	51.00000	21.00000	72.00000	Edad

SPEARMAN CORRELATION COEFFICIENTS PROB >  R  UNDER H0: RHO=0 NUMBER OF OBSERVATIONS	
	Edad
Consolidación	0.05617
Consolidación	0.6619 63

## 6. ANÁLISIS DE LA VARIABLE TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN Y FIJACIÓN.

Cuando analizamos la consolidación en función del tipo de fijación, llama la atención la elevada DS del grupo de artrodesis fijada con 1 tornillo de 6.5 mm. Estos resultados pueden explicarse por qué en el grupo de 1 tornillo de 6.5 mm, si bien el percentil 25 es muy similar al resto, 10.00 frente a 11.00 y 10.00 semanas; y el 50 también, 11.50 respecto a 12.00 y 10.00; y en el percentil 75 (14.00 frente a 13.00 y 12.00). Sin embargo el valor máximo del grupo 1 son 37 semanas, muy alto comparado con las 15.00 y 16.00 semanas de los grupos de fijación con un tornillo de 7.3 y con dos tornillos paralelos de 7.3 mm.

ANALYSIS VARIABLE : CONSOLIDACION CONSOLIDACION										
Fijación	N Obs	Mean	Std Dev	Minimum	25th Pctl	50th Pctl	75th Pctl	Maximum	N	N Miss
1 tornillo 6.5	12	14.20	8.23	9.00	10.00	11.50	14.00	37.00	10	2
1 tornillo 7.3	40	11.90	1.34	10.00	11.00	12.00	13.00	15.00	40	0
2 tornillos 7.3	13	11.31	1.84	10.00	10.00	10.00	12.00	16.00	13	0

WILCOXON SCORES (RANK SUMS) FOR VARIABLE CONSOLIDACION CLASSIFIED BY VARIABLE FIJACION	
Pr > Chi-Square	0.2711

## 7. ANÁLISIS DE LA VARIABLE TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN Y COMPLICACIONES.

Al analizar el tiempo de consolidación en función de la presencia de complicaciones (15 semanas) o no (11.84 semanas) no presenta diferencias estadísticamente significativas ( 0.3331). *NO EXISTE UNA DIFERENCIA ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVA.*

ANALYSIS VARIABLE : CONSOLIDACION CONSOLIDACION										
_complicaciones	N Obs	Mean	Std Dev	Minimum	25th Pctl	50th Pctl	75th Pctl	Maximum	N	N Miss
0	57	11.84	1.56	9.00	11.00	12.00	13.00	16.00	57	0
1	8	15.00	10.81	10.00	10.00	10.50	12.00	37.00	6	2

WILCOXON SCORES (RANK SUMS) FOR VARIABLE CONSOLIDACION CLASSIFIED BY VARIABLE _COMPLICACIONES	
Pr > Chi-Square	0.3331

## 8. ANÁLISIS DE LA VARIABLE TIEMPO DE CONSOLIDACIÓN Y CIRUGÍA PREVIA.

Al analizar el tiempo de consolidación en función de la presencia de cirugía previa (14 semanas) o no (11.79 semanas) no presenta diferencias estadísticamente significativas (0.9541).

ANALYSIS VARIABLE : CONSOLIDACION CONSOLIDACION										
Cir. previa	N Obs	Mean	Std Dev	Minimum	25th Pctl	50th Pctl	75th Pctl	Maximum	N	N Miss
No	53	11.79	1.56	9.00	10.00	12.00	13.00	16.00	53	0
RAFI	12	14.00	8.21	10.00	10.00	11.00	13.00	37.00	10	2

WILCOXON SCORES (RANK SUMS) FOR VARIABLE CONSOLIDACION CLASSIFIED BY VARIABLE CIR#PREVIA	
Pr > Chi-Square	0.9541

## 5.3. Análisis de variables dependientes: disposición osteosíntesis.

### 5.3.1. Análisis descriptivo.

Cuando analizamos la disposición de la osteosíntesis independientemente la diferencia en la escala AOFAS pre y postoperatoria, los valores eran en el grupo fijada con 1 tornillo canulado de 6.5 mm de 31.17 puntos (DS 10.93); en el grupo fijada con 1 tornillo canulado de 7.3 mm de 30.28 puntos (DS 7.51) y en el grupo de 2 tornillos canulado de 7.3 mm de 28.69 (DS 11.89); en los tres grupos las diferencias entre los valores pre y post eran estadísticamente significativas ( $p < .0001$ ); mientras que cuando comparábamos estos valores entre si la diferencia no era estadísticamente significativa ( $p$  0.7860).

ANALYSIS VARIABLE : DIFAOFAS											
Fijación	N Obs	Mean	Std Dev	Minimum	25th Pctl	50th Pctl	75th Pctl	Maximum	N	N Miss	Pr >  t
1 tornillo 6.5	12	31.17	10.93	9.00	26.50	32.00	39.00	46.00	12	0	<.0001
1 tornillo 7.3	40	30.28	7.51	13.00	26.00	31.00	35.50	43.00	40	0	<.0001
2 tornillos 7.3	13	28.69	11.89	10.00	24.00	30.00	31.00	60.00	13	0	<.0001

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	40.604487	20.302244	0.24	0.7860
Error	62	5208.410897	84.006627		
Corrected Total	64	5249.015385			

### 5.3.2. Análisis bivalente.

#### 1. ANÁLISIS DE LA FIJACIÓN Y LATERALIDAD.

No existen diferencias estadísticamente significativas en la distribución de la fijación respecto a la lateralidad (0.4431).

TABLE OF FIJACION BY LADO			
Fijacion (Fijacion)	Lado(Lado)		
Frequency Percent Row Pct Col Pct	D	I	Total
1 tornillo 6.5	7	5	12
	10.77	7.69	18.46
	58.33	41.67	
	17.50	20.00	
1 tornillo 7.3	23	17	40
	35.38	26.15	61.54
	57.50	42.50	
	57.50	68.00	
2 tornillos 7.3	10	3	13
	15.38	4.62	20.00
	76.92	23.08	
	25.00	12.00	
Total	40	25	65
	61.54	38.46	100.00

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	2	1.6277	0.4431

## 2. ANÁLISIS DE LA FIJACIÓN Y EL SEXO.

No existen diferencias estadísticamente significativas en la distribución de la fijación respecto al sexo (0.4354).

TABLE OF FIJACION BY SEXO			
Fijacion (Fijacion)	Sexo (Sexo)		
Frequency Percent Row Pct Col Pct	H	M	Total
1 tornillo 6.5	9 13.85 75.00 23.68	3 4.62 25.00 11.11	12 18.46
1 tornillo 7.3	22 33.85 55.00 57.89	18 27.69 45.00 66.67	40 61.54
2 tornillos 7.3	7 10.77 53.85 18.42	6 9.23 46.15 22.22	13 20.00
Total	38 58.46	27 41.54	65 100.00

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	2	1.6630	0.4354

## 5.4. Análisis de variables dependientes: complicaciones.

### 5.4.1. Análisis descriptivo.

Presentaron complicaciones 8 pacientes (12.31%). Hablamos de complicaciones mayores, en aquellos casos en los que no se consiguió la fusión articular (4.62%) y complicaciones menores en aquellos pacientes que precisaron la retirada del material de osteosíntesis (**Figura 15, 16 y 17**) sin ningún otro gesto añadido (7.70%).

COMPLICACIONES				
Complicaciones	Frequency	Percent	Cumulative Frequency	Cumulative Percent
Cirugía	3	4.62	3	4.62
EMO (11 meses)	2	3.08	5	7.69
EMO (14 meses)	2	3.08	7	10.77
EMO (9 meses)	1	1.54	8	12.31
No	57	87.69	65	100.00

TABLE OF _COMPLICACIONES BY COMPLICACIONES						
_complicaciones	Complicaciones (Complicaciones)					Total
Frequency	Cirugía	EMO (11 meses)	EMO 14 meses)	EMO (9 meses)	NO	
0	0	0	0	0	57	57
1	3	2	2	1	0	8
Total	3	2	2	1	57	65





Figura 15. La complicación más frecuente es la protrusión del material de osteosíntesis. Habitualmente una situación excesivamente plantar va a producir dolor y precisar la extracción del material.



Figura 16. Protrusión del tornillo en la articulación tibiotalar.

Figura 17. Protrusión plantar del tornillo y en la articulación tibiotalar causando pinzamiento anterior en el tobillo.

Cuando analizamos la AOFAS postoperatorio relacionada con las complicaciones, encontramos una mejoría estadísticamente significativa en ambos grupos cuando los analizamos de manera independiente (grupo 0 sin complicaciones  $p < .0001$  y grupo 1 con complicaciones  $p < .0003$ ) y la tendencia a la mejoría en el grupo 1 (incremento AOFAS de 33.75 puntos DS 14.54).

Cuando comparamos la mejoría en la escala de la AOFAS en ambos grupos, la diferencia no es estadísticamente significativa ( $p = 0.2292$ ).

## ANALYSIS VARIABLE : DIFAOFAS

_complicaciones	N Obs	Mean	Std Dev	Minimum	25th Pctl	50th Pctl	75th Pctl	Maximum	N	N Miss	Pr >  t
0	57	29.61	8.07	10.00	25.00	31.00	34.00	46.00	57	0	<.0001
1	8	33.75	14.54	9.00	27.50	33.50	39.50	60.00	8	0	0.0003

## STATISTICS

Variable	Complicaciones	N	Lower CL Mean	Mean	Upper CL Mean	Lower CL Std Dev	Std Dev	Upper CL Std Dev	Std Err	Minimum
difAOFAS	0	57	27.472	29.614	31.756	6.8155	8.0728	9.9033	1.0693	10
difAOFAS	1	8	21.596	33.75	45.904	9.6122	14.538	29.589	5.14	9
difAOFAS	Diff (1-2)		-10.94	-4.136	2.6716	7.6857	9.0229	10.928	3.4066	

## T-TESTS

Variable	Method	Variances	DF	t Value	Pr >  t
difAOFAS	Pooled	Equal	63	-1.21	0.2292

## T-TESTS

Variable	Method	Variances	DF	t Value	Pr >  t
difAOFAS	Pooled	Equal	63	-1.21	0.2292

### 5.4.2. Análisis bivalente.

#### 1. RELACIÓN DE LAS COMPLICACIONES CON LA LATERALIDAD.

No existían diferencias estadísticamente significativas (0.2430) entre el grupo que no presentó complicaciones (56.92% pies derechos) y el grupo que las presentó (37.50% pies derechos).

TABLE OF _COMPLICACIONES BY LADO						
_complicaciones			Lado (Lado)			
Frequency	Percent	Row Pct	Col Pct	D	I	Total
0				37	20	57
	56.92				30.77	87.69
	64.91				35.09	
	92.50				80.00	
1				3	5	8
	4.62				7.69	12.31
	37.50				62.50	
	7.50				20.00	
Total				40	25	65
				61.54	38.46	100.00

FIS HER'S EXACT TEST	
Two-sided Pr <= P	0.2430

## 2. RELACIÓN DE LAS COMPLICACIONES CON EL SEXO.

No existían diferencias estadísticamente significativas (0.4325) entre el grupo que no presentó complicaciones (49.23% hombres) y el grupo que las presentó (75% hombres).

TABLE OF _COMPLICACIONES BY SEXO						
_complicaciones			Sexo (Sexo)			
Frequency	Percent	Row Pct	Col Pct	H	M	Total
0				32	25	57
				49.23	38.46	87.69
				56.14	43.86	
				84.21	92.59	
1				6	2	8
				9.23	3.08	12.31
				75.00	25.00	
				15.79	7.41	
Total				38	27	65
				58.46	41.54	100.00

FISHER'S EXACT TEST	
Two-sided Pr <= P	0.4525

### 3. ANÁLISIS DE LA VARIABLE COMPLICACIONES Y FIJACIÓN.

El grupo de fijación con 1 tornillo de 6.5 mm presenta un 33.33% de complicaciones, respecto al 5% del grupo fijado con un tornillo de 7.3 mm y el 15.38% del grupo fijado con dos tornillos paralelos de 7.3 mm. Esta diferencia tiene una significación estadística (0.0301). *EXISTE UNA DIFERENCIA ESTADÍSTICAMENTE SIGNIFICATIVA.*

TABLE OF FIJACION BY _COMPLICACIONES			
Fijación (Fijación)	_complicaciones		
Frequency Percent Row Pct Col Pct	0	1	Total
1 tornillo 6.5	8 12.31 66.67 14.04	4 6.15 33.33 50.00	12 18.46
1 tornillo 7.3	38 58.46 95.00 66.67	2 3.08 5.00 25.00	40 61.54
2 tornillos 7.3	11 16.92 84.62 19.30	2 3.08 15.38 25.00	13 20.00
Total	57 87.69	8 12.31	65 100.00

Statistic	DF	Value	Prob
Chi-Square	2	7.0084	0.0301

## 6. Discusión

Cuando hablamos de la artrodesis subastragalina tenemos que valorar ciertos aspectos que van a ser el centro de esta discusión: la técnica quirúrgica, resección del cartílago, necesidad de injerto, corrección de deformidades del retropié y fijación de la artrodesis.

### 6.1. Técnica e indicaciones

Genéricamente, se define como artrodesis aquella operación destinada a bloquear totalmente una articulación, suprimiendo por completo su movilidad.

Sin embargo, entendida desde un punto de vista funcional, no anatómico, su finalidad va más allá del puro concepto mecánico, ya que, al liberar al paciente de los dolores provenientes del juego de la articulación afecta (a veces incluso en reposo), la intervención representa ya en sí misma una mejoría importante en el estado general del paciente, muchas veces no obtenible por ningún otro procedimiento quirúrgico.

Pero más allá de este alivio sintomático, como Vaquero<sup>(10)</sup> expone perfectamente (“rozando el sofisma” - sic-), se trata de una *intervención movilizadora*: “la mejoría funcional en su capacidad de marcha, de desplazamiento y de trabajo al sustituir una articulación contracturada en mala posición por una articulación anquilosada en la posición más adecuada a las diversas topografías, representa una liberación que sólo el enfermo es capaz de valorar”<sup>(9)</sup>.

Junghanns<sup>(55)</sup> y posteriormente, Breitenfelder<sup>(56)</sup> acuñó –referido a las articulaciones vertebrales- los términos “segmento móvil vertebral” y “centros perianquilóticos de movimiento”. Dichos centros representan una posibilidad de compensación, tanto más eficaces cuanto menor es el brazo de palanca y la longitud de los huesos que se articulan.

Es el caso de los huesos y articulaciones del pie, agrupados funcionalmente alrededor del “pool” o Complejo articular periastragalino, que favorece dichas capacidad de compensación. Por esta razón, la repercusión funcional de la artrodesis en el pie es mínima, como lo demuestran los baremos de discapacidad comparativos entre las anquilosis en posición viciosa por la rigidez fibrosa y dolorosa, con aquellas obtenidas quirúrgicamente en posición funcional.

La artrodesis subastragalina es un procedimiento empleado para el tratamiento de pacientes con artrosis postraumática (tras fracturas de calcáneo o astrágalo), para casos de artrosis subtalar primaria y en pacientes diagnosticados de PPV con DTTP grado II y fundamentalmente, III. También estaría indicada en las secuelas de fracturas de astrágalo, coaliciones tarsianas talocalcañas, artropatías reumáticas inflamatorias y luxación subastragalinas.

El objetivo es conseguir una fusión articular que controle el dolor normalizando los ejes y estabilizando el retropié.

El pie se estructura y dispone a modo de un conjunto de estructuras funcionales. Su arquitectura se basa en la existencia de una trabeculación o disposición de la esponjosa orientada tridimensionalmente, de tal manera, que permite la conveniente transmisión de cargas a través de los diferentes haces trabeculares. Estos sistemas trabeculares expresan una representación plástica del trabajo desarrollado por los elementos óseos, como se definió en los trabajos de von Meyer<sup>(57,58)</sup>, Culmann<sup>(59)</sup> o Wolf, quien en su “*Ley de Remodelación Ósea*”, postuló que “cada cambio en la forma y la función del hueso o únicamente de su función, era seguida por ciertos cambios definidos en su arquitectura interna, e igualmente, por alteraciones secundarias definidas en su conformación externa de acuerdo con leyes matemáticas”<sup>(60,61)</sup>. Concebimos el pie como un conjunto de sistemas funcionales a partir del complejo articular periastragalino<sup>(62)</sup>, en el que se incluye el sistema aquileo-calcáneo-plantar descrito por Viladot<sup>(63)</sup>.

La técnica artroscópica, ofrece unas ventajas indiscutibles. Se relaciona con un menor daño de partes blandas respetando la vascularización y propiocepción del calcáneo y astrágalo, lo que podría favorecer la fusión articular. De ahí que en general, las tasas de pseudoartrosis que hay publicadas nos hablan de un 10-30%<sup>(20-27,34)</sup> en los procedimientos abiertos y una tasa de no unión en torno a un 0-5%<sup>(34-36,40-43)</sup> con la técnica artroscópica; siendo también el tiempo medio en semanas hasta conseguir la fusión de 10-15 semanas y 9-11 semanas respectivamente<sup>(34)</sup>. Existen

técnicas mínimamente invasivas<sup>(8,64,65)</sup>, que evitan las complicaciones de los abordajes clásicos en lo que se refiere a complicaciones y tasa y tiempo de consolidación; sin embargo, el fresado con control radioscópico, bajo nuestro punto de vista podría aumentar el riesgo de lesionar estructuras vasculonerviosas.

Los portales endoscópicos posteriores<sup>(37)</sup> ofrecen un excelente acceso a la parte posterior del tobillo. Se ha demostrado que son seguros y reproducibles; es importante mantener la misma rutina y realizarlos de forma protocolizada, dibujando cuidadosamente las estructuras vasculonerviosas y tendinosas y los relieves óseos, accediendo en dirección al primer espacio digital para evitar lesionar el paquete vasculonervioso del tibial posterior –principal estructura a tener en cuenta en este abordaje-. Las complicaciones descritas en la artroscopia posterior de tobillo son escasas<sup>(37,66)</sup>. Inicialmente los portales descritos para acceder a la articulación subastragalina<sup>(28,32)</sup>, los portales laterales anterior y posterior y accesorios anterior y posterior, nos permitían un excelente acceso a las estructuras del seno del tarso<sup>(1,28,29,67,68)</sup>, pero el abordaje de la articulación subastragalina posterior era más dificultoso. Los portales endoscópicos posteriores aportan grandes ventajas, son sencillos y reproducibles, presentan escasas complicaciones y excelente visualización de la articulación subastragalina posterior; además la colocación del tornillo calcaneotalar, orientación y control radiológico es mucho más sencillo. En ocasiones, puede resultar de gran utilidad realizar un tercer portal accesorio anterolateral<sup>(37,39)</sup> con la finalidad de diastasar la parte anterior de la articulación subastragalina posterior, permitir un mejor acceso y completar el fresado antero medial –zona de más difícil acceso desde los portales posteriores-.

## 6.2. Consolidación.

Esta fusión más allá de lo que cueste obtener, es difícil de medir. Tradicionalmente la radiografía era la única prueba de imagen que valoraba la consolidación junto con la situación clínica que presenta el paciente. Las imágenes de la radiología convencional presentan una baja sensibilidad a la hora de valorar la consolidación de la artrodesis.

Coughlin et al<sup>(69)</sup> demostraron que la confirmación de la fusión sólo podía realizarse de forma más fiable realizando un TAC. Una fusión sólida se define como aquella que en los estudios de imagen evidencien trabeculación ósea cruzando el área de artrodesis, definiendo como sólida



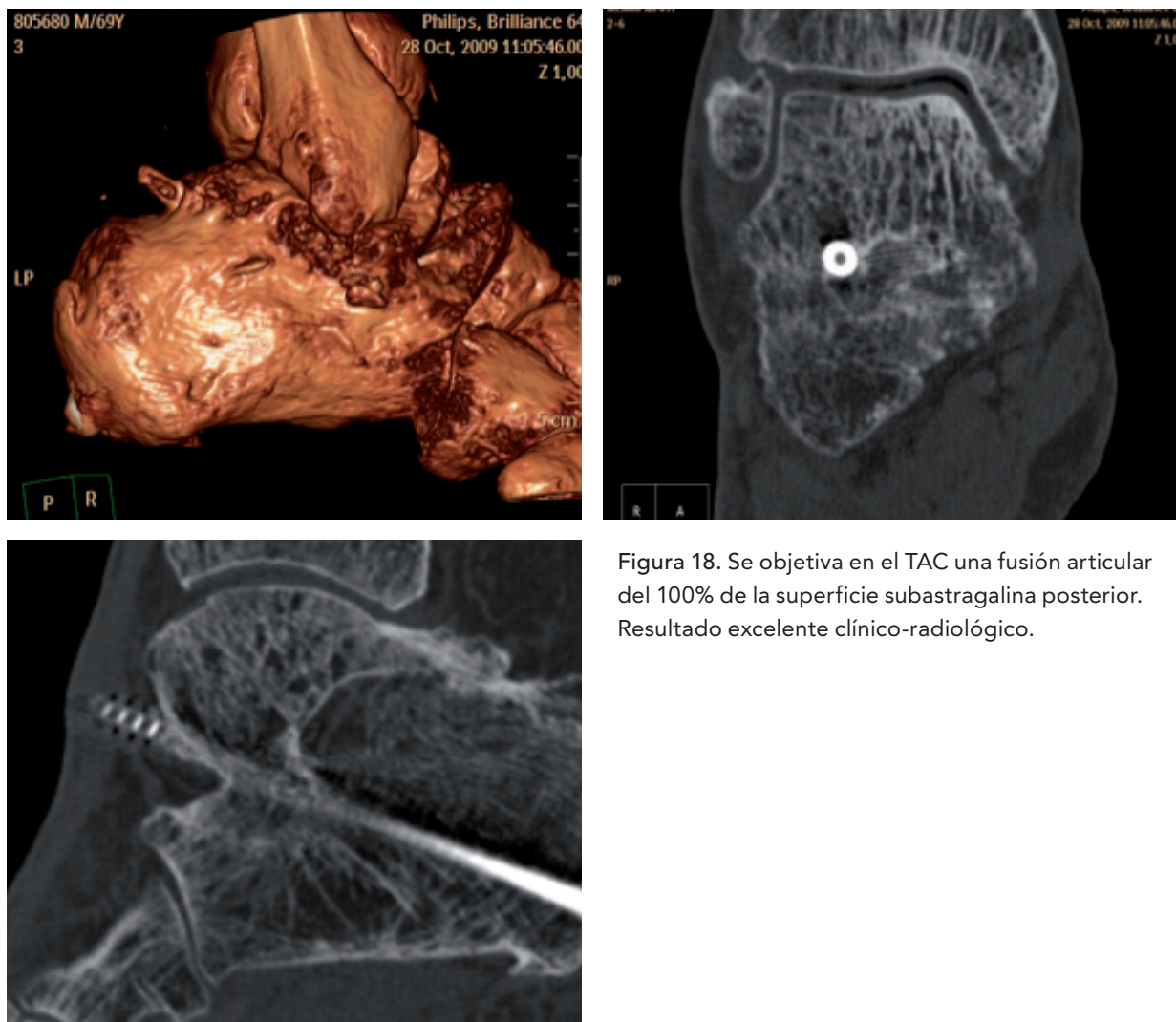


Figura 18. Se objetiva en el TAC una fusión articular del 100% de la superficie subastragalina posterior. Resultado excelente clínico-radiológico.

aquella artrodesis que suponga más del 50% de la superficie articular subtalar. Otros estudios sin embargo postulan que con una tasa de fusión superior al 30% se obtienen buenos resultados funcionales<sup>(70)</sup>. Cuando analiza la correlación entre la radiología convencional y el TAC, es tan sólo del 16.4% a los 3, 6 y 12 meses. Sin embargo, refiere que no existe acuerdo en lo que se refiere al porcentaje de fusión articular para hablar de una fusión sólida y consolidación. Encuentra una significación estadística en la escala EVA del dolor y SF-36 respecto al porcentaje de fusión articular lograda.

En un trabajo publicado, en el que se incluían parte de esta serie, se realizó un estudio sobre la trabeculación ósea en la artrodesis cuantificada mediante TAC y una correlación de la consolidación de la artrodesis mediante radiografía convencional y TAC. Concluimos que *“la fusión articular no puede determinarse con precisión mediante radiografía estándar. La Tomografía Axial*



Figura 19. Se objetiva en el TAC una fusión articular del 40% de la superficie subastragalina posterior. Se ha conseguido la fusión de la parte medial, similar a la imagen de una barra astragalocalcánea. Resultado excelente clínico-radiológico.



Figura 20. Se objetiva en el TAC una fusión articular fibrosa estable con un buen resultado funcional.

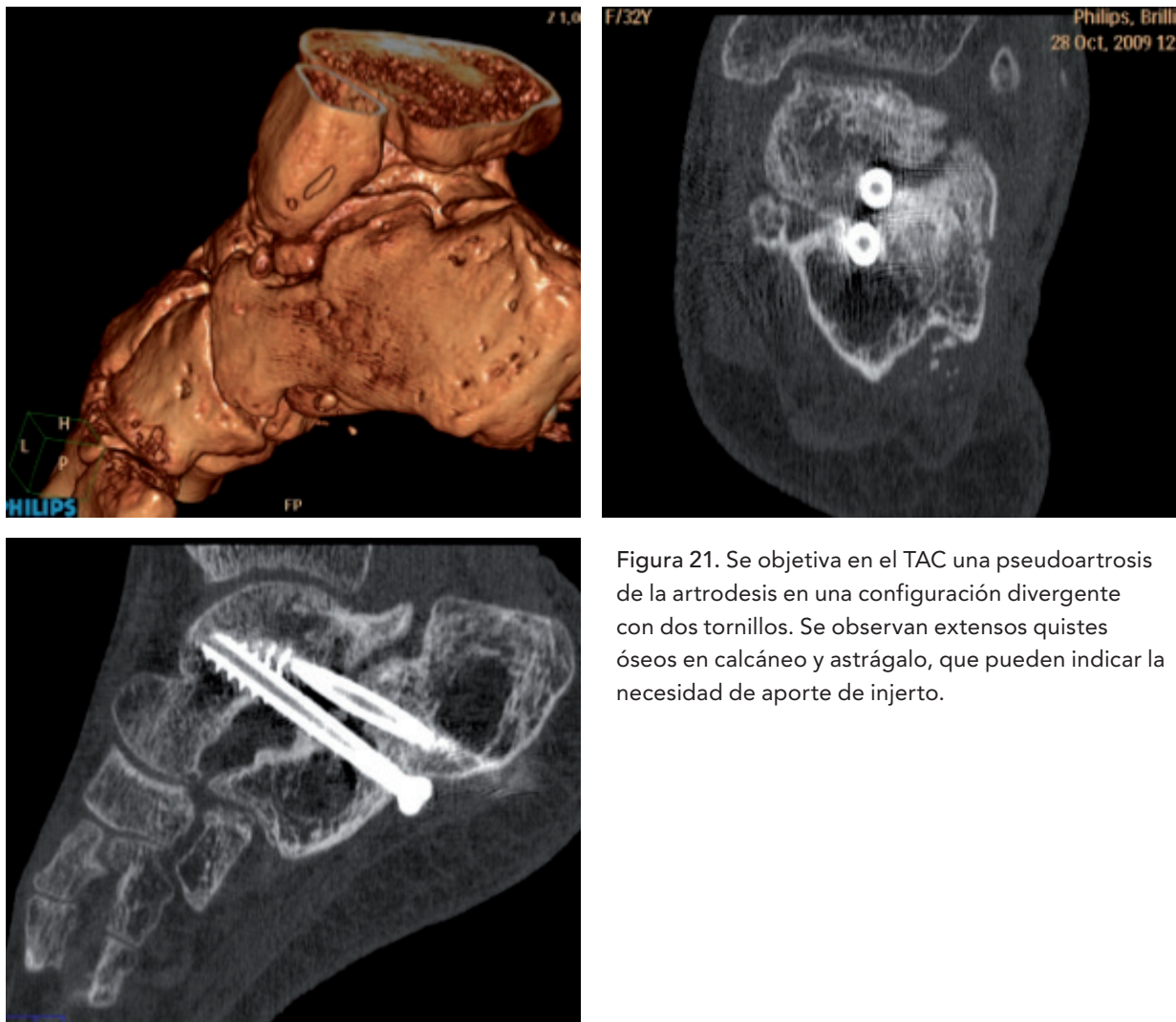


Figura 21. Se objetiva en el TAC una pseudoartrosis de la artrodesis en una configuración divergente con dos tornillos. Se observan extensos quistes óseos en calcáneo y astrágalo, que pueden indicar la necesidad de aporte de injerto.

*Computerizada se presenta como una técnica de gran valor en la valoración de la trabeculación ósea tras la artrodesis subastragalina artroscópica, proyectándonos una visión multiplanar que posibilita la evaluación cuantitativa de la misma en base a la reorganización de los haces trabeculares interarticulares”<sup>(71)</sup>.*

Jones<sup>(72)</sup> y sus colaboradores desarrollaron un sistema de clasificación con TAC para evaluar la fusión ósea. Definen como pseudoartrosis la fusión del 0-33 %, la unión parcial como un 34-66% de la fusión y completa entre el 67-100%. Dorsey et al<sup>(70)</sup> en un estudio más reciente, aseguran que una fusión en el TAC de un 33% o mayor podría discriminar con precisión entre la estabilidad clínica y la inestabilidad de la articulación subastragalina.



El TAC nos da, sin duda, una mayor información respecto a la consolidación ósea de la artrodesis<sup>(71)</sup>; sin embargo encontramos cierta disociación clínico-radiológica y distintas formas de estabilización articular estable (**Figuras 18-21**).

## 6.3. Osteosíntesis.

Los estudios biomecánicos más recientes demuestran que la configuración de los tornillos y su diseño pueden afectar de forma significativa la estabilidad mecánica de la articulación y a la larga, de la artrodesis y sus resultados.

### 6.3.1. Configuración de los tornillos.

No existe acuerdo en cuanto a la configuración que confiera a la artrodesis subastragalina mayor estabilidad y si se va a correlacionar con una mayor tasa de consolidación y una fusión más precoz. Para algunos autores esta variable es la más importante en la fusión subtalar<sup>(73)</sup>.

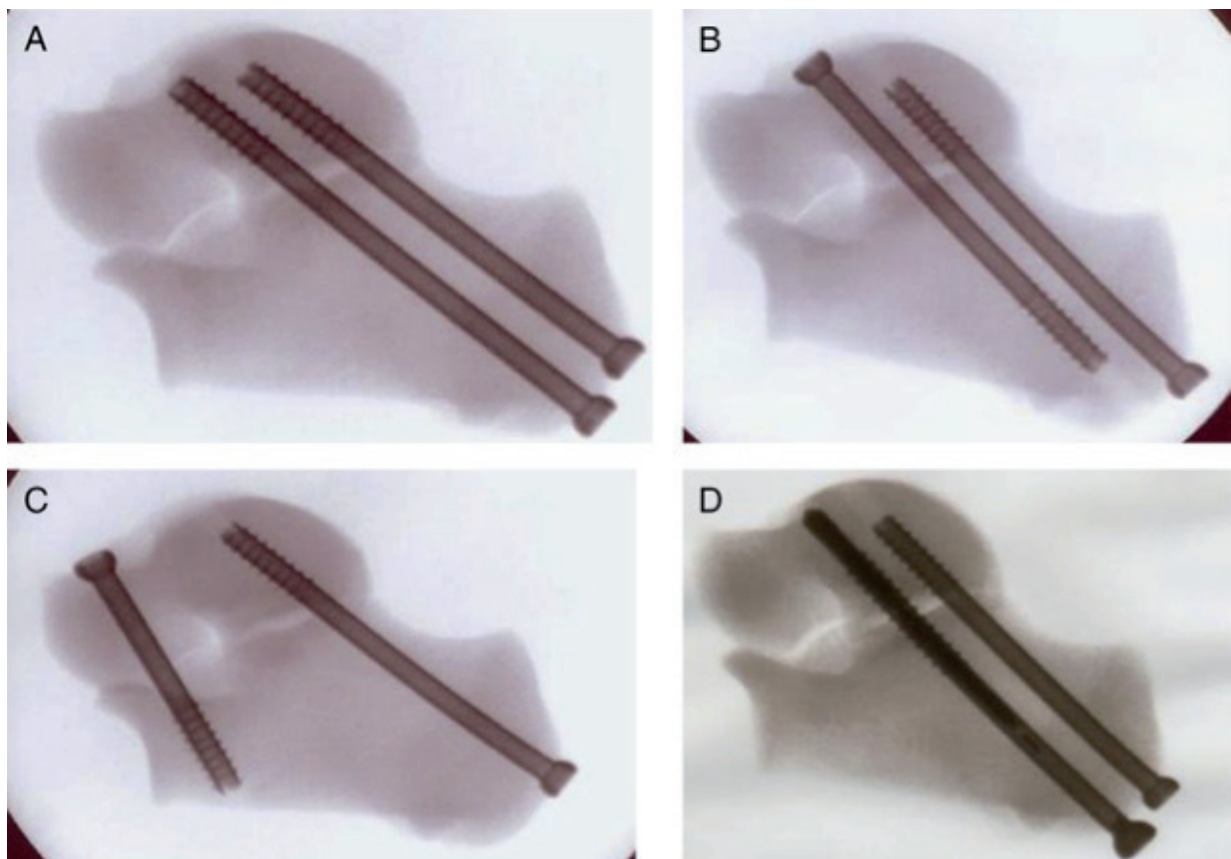


Figura 22. A. Configuración paralela. B. Configuración paralela opuesta. C. Configuración Delta. D. Configuración paralela con tornillo macizo.

Las diferentes configuraciones de los tornillos (**Figura 22**) , su posición y diámetro juegan un papel aún por determinar en la fusión subastragalina. Estudios biomecánicos recientes analizan el grado de rigidez y rotación de la osteosíntesis en huesos artificiales y en cadáver. Dichos estudios concluyen que la configuración Delta es la construcción más estable por encima de la paralela sin hallar diferencias significativas entre la configuración paralela normal y la opuesta<sup>(74)</sup>. La mayor estabilidad de la posición del tornillo delta es probablemente debida a que cubre un área más grande de superficie consiguiendo que la mayor distancia entre los tornillos impida la rotación relativa de las superficies articulares . Otros autores<sup>(74)</sup> defienden que el anclaje del tornillo en la cara anterior del astrágalo es mayor, de ahí su ventaja respecto al resto. Otra razón que apoya la mayor estabilidad de la configuración Delta, es la colocación de los tornillos de forma divergente que evita la rotación en comparación con una posición paralela en la que el ángulo de divergencia es demasiado pequeño para ser eficaz; sin embargo, y así lo demostramos en el trabajo anteriormente citado, la posibilidad de rotación de la articulación subastragalina es mínima, y la compresión de las superficies articulares , en realidad, se va a obtener con el primer tornillo. La posición paralela de los tornillos es menos estable contra las fuerzas de rotación y el menor área que abarcan reduce el momento de inercia efectivo generado por superficie. Hablamos de modelos en cadáver (astrágalo y calcáneo) y en cadena cinética cerrada, lo que supone una gran limitación de estos trabajos.

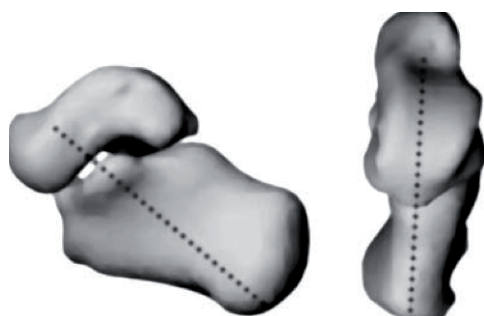
El tornillo macizo<sup>(75-77)</sup> puede colocarse como un tornillo de tracción simple desde el abordaje posterior o bien por vía anterior, sin presentar una desventaja mecánica y favoreciendo la compresión.

Respecto a la posición de los tornillos y considerando siempre el abordaje realizado, hay cierta controversia. El abordaje anterior orienta el tornillo desde el cuello del astrágalo al calcáneo. Estudios biomecánicos realizados en cadáver demuestran que es menos viable debido a las variaciones anatómicas del cuello del astrágalo. Un cuello corto no permite la colocación del tornillo anterior de forma correcta, puesto que durante la flexión dorsal del tobillo molestaría la cabeza del tornillo.

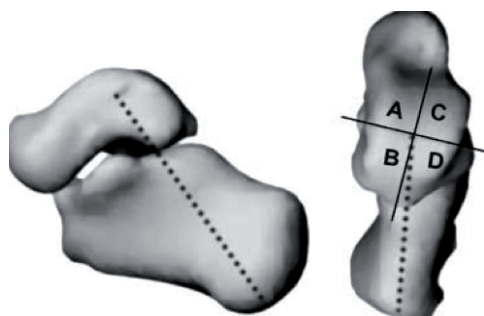
El abordaje posterior y el plantar orientan el tornillo de calcáneo a astrágalo, el primero desde la tuberosidad del calcáneo y el segundo en una posición más plantar. La mayoría de los autores prefieren la colocación más plantar de calcáneo a astrágalo con la rosca del tornillo en éste último

hueso, porque el abordaje posterior presenta menos complicaciones y el astrágalo tiene una mayor densidad - demostrada con densitometrías óseas sistemáticas-, lo que proporciona una mayor fijación<sup>(78,79)</sup>.

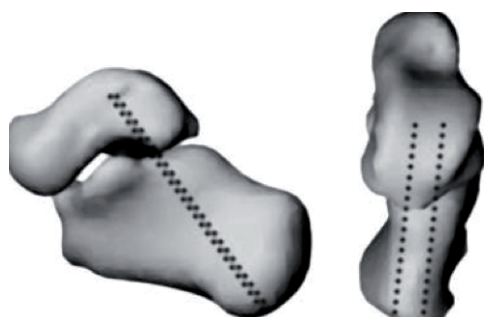
Si analizamos la orientación del material de osteosíntesis y su relación con el utilizado en la artrodesis subastragalina artroscópica, podemos distinguir<sup>(74)</sup> :



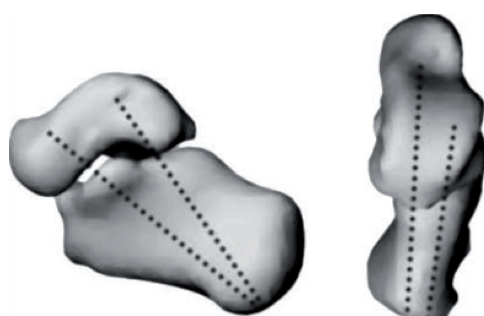
A. Tornillo único al cuello del astrágalo, que atraviesa la parte anterior de la articulación subastragalina posterior.



B. Tornillo único a la cúpula del astrágalo (a la zona anteromedial, anterolateral, posteromedial o posterolateral)



C. Dos tornillos paralelos: uno desde la tuberosidad en la zona posterolateral del calcáneo y otro desde la posteromedial, ambos hacia la cúpula astragalina y de forma paralela.



D. Dos tornillos divergentes: uno desde la tuberosidad posterolateral del calcáneo a la cúpula del astrágalo y otro desde la tuberosidad posteromedial al cuello del astrágalo.

De todas ellas, la configuración que ha demostrado ser biomecánicamente más estable y proporcionar una mejor compresión es la realizada con dos tornillos, sin existir diferencias estadísticamente significativas entre la disposición paralela o divergente<sup>(74,80)</sup>.

Dos tornillos ofrecen superioridad frente a uno por una mejor fijación y la divergencia, una ventaja para una mayor compresión y mayor rigidez frente a las fuerzas de torsión en carga; sin embargo, en nuestro trabajo, no encontramos diferencias estadísticamente significativas, cuando optamos por un tornillo o dos tornillos, independientemente del grosor del mismo. Todas las configuraciones de fijación se asocian con una diferencia estadísticamente significativa en la mejoría en la escala de la AOFAS. Cuando analizamos el tipo de fijación con la edad y el tiempo de consolidación, vemos que no existen diferencias estadísticamente significativas en lo que respecta a la edad; pero el periodo de consolidación es mayor en el grupo de fijación con 1 tornillo de 6.5 mm (14.20 semanas DS 8.23) respecto al grupo de fijación con 1 tornillo de 7.3 mm (11.90 semanas DS 1.34) y el de 2 tornillos de 7.3 mm (11.31 semanas DS 1.84).

En resumen, los estudios biomecánicos<sup>(74,80,81)</sup>, sugieren que es recomendable utilizar dos tornillos divergentes y sobre todo aquellos casos en los que la calidad del hueso se vea comprometida, pacientes con factores de riesgo identificados o en cirugías de revisión. En casos en los que se use un solo tornillo, el cirujano debe evitar la colocación de la punta del mismo en el cuello, cúpula anterolateral o posterolateral del astrágalo, puesto que esas zonas proporcionan menos rigidez frente a las fuerzas de rotación interna y externa respectivamente.

### 6.3.2. Diámetro de los tornillos.

Utilizamos tornillos de 6.5 a 8 mm de diámetro. Los análisis de estabilidad en función del diámetro del tornillo en hueso artificial no demuestran ventaja en cuanto a estabilidad<sup>(74,81,82)</sup>. Pero los tornillos no sólo difieren en el diámetro, sino también en la profundidad de la rosca, que a su vez también es mayor cuanto mayor es el diámetro. Algunos autores<sup>(83)</sup> defienden la utilización de mayor longitud en la rosca y un tamaño mayor porque parecen proporcionar un mejor anclaje óseo y una mayor estabilidad biomecánica. Un factor a tener en cuenta respecto a este punto, es el brocado previo del agujero, puesto que algunos de estos mismos estudios<sup>(84)</sup> postulan que debe ser inferior al 72 % del diámetro exterior del tornillo para que cumpla con su función, independientemente del mayor o menor diámetro elegido.

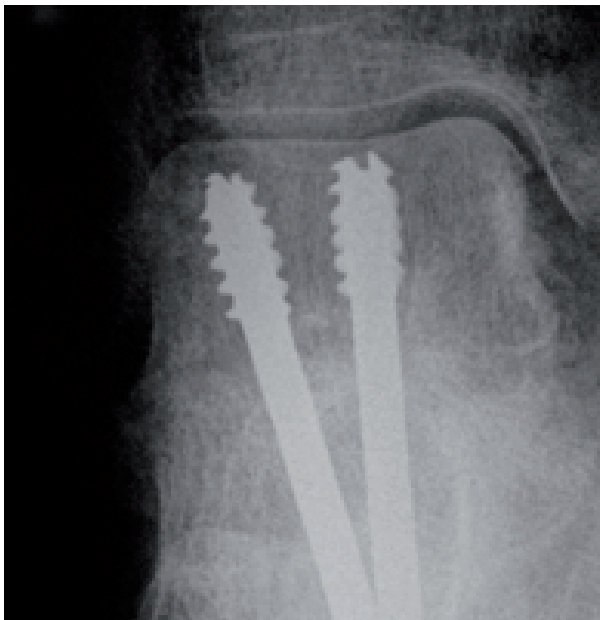
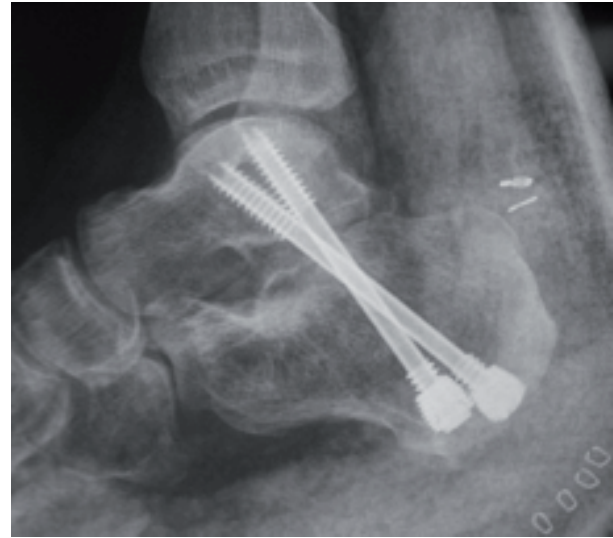


Figura 23. A. Configuración paralela.  
B. Configuración cruzada.  
C. Configuración divergente.

### 6.3.3. Compresión.

Junto con la fijación estable, la compresión es el otro factor principal para conseguir buenos resultados en la fusión articular. Además de lo comentado anteriormente respecto a una mejor compresión con tornillos dispuestos de forma divergente, el secreto para lograr una mejor compresión consiste en forzar la dorsiflexión del pie en el momento de la introducción del tornillo a la vez que retiramos el artroscopio.

Cuando analizamos la tasa de consolidación y la diferencia en la escala de la AOFAS, encontramos un mejor resultado con significación estadística en aquellos pacientes que pertenecían al grupo del PPV con DTTP. Dichas diferencias en el análisis multivariante no se veían relaciona-



das ni con la edad ni el sexo. Es decir, a igual edad o igual sexo los resultados eran similares. Esto nos hace pensar que probablemente uno de los factores implicados en esos resultados podría ser la calidad ósea o el grado de afectación del hueso subcondral, objetivamente mejor en los casos de PPV con DTT que cuando la artrodesis la realizamos por secuelas de fracturas intratálámicas de calcáneo.

#### 6.3.4. Aporte de injerto.

Clásicamente el uso de injerto óseo estaba globalmente admitido. Sin embargo, la mayor parte de los trabajos actuales demuestran que su uso no es necesario<sup>(21,26,41,42,85-88)</sup>.

Es importante ser extremadamente cuidadoso a la hora de resecar todo el cartílago articular<sup>(89-91)</sup> para dejar un hueso subcondral sano, esponjoso y sangrante. En ocasiones puede ser de gran utilidad el realizar unas perforaciones para estimular la vascularización. Otro aspecto importante es mantener el paralelismo de las superficies articulares con el objetivo de conseguir una mayor superficie de contacto y evitar excrecencias óseas que puedan contribuir a una falta de consolidación. La resección del cartílago debe ser completa hasta llegar a la parte anterior de la articulación subastragalina posterior.

En resumen, a la luz de la revisión bibliográfica de los estudios biomecánicos efectuados acerca de esta técnica quirúrgica, podemos afirmar que<sup>(74)</sup>:

1. La fijación con dos tornillos es superior.
2. El diámetro del tornillo no influye en los resultados.
3. La configuración más estable es la Delta , seguida de la osteosíntesis con dos tornillos paralelos.
4. La disposición de los tornillos divergentes confiere mayor solidez a la artrodesis.
5. La dirección ideal del tornillo es desde el calcáneo a la cúpula astragalina anteromedial o posteromedial.
6. El abordaje y colocación posterior o plantar presenta grandes ventajas en lo que se refiere a facilidad, orientación y control radioscópico.

En nuestra experiencia, no existen diferencias estadísticamente significativas en el uso de uno o dos tornillos; así como en el diámetro de los mismos, 6.5 ó 7.3 mm. Hemos analizado todas esas variables, sin encontrar diferencias con significación estadística (0.7860). Sin embargo, todas las configuraciones, presentan un resultado estadísticamente significativo ( $<.0001$ ) en cuanto a la mejoría en la escala de la AOFAS ( 1 tornillo 6.5 diferencia AOFAS media de 31.17 puntos con una DS 10.93; 1 tornillo de 7.3 mm de 30.28 puntos DS 7.51 y 2 tornillos de 7.3 de 28.69 puntos DS 11.89). Probablemente el éxito de la fusión se pueda deber más al correcto fresado de las superficies articulares hasta llegar a hueso subcondral esponjoso y sano, , de dichas superficies que faciliten una correcta compresión distribuida a lo largo de toda la superficie articular de la articulación subastragalina posterior que al diámetro de los tornillos o al empleo de uno o dos.

## 6.4. Resultados.

A la hora de valorar los resultados según la escala de la AOFAS<sup>(46)</sup> encontramos una valoración global postoperatoria de 81.86 puntos (60-94 puntos). No existen trabajos en la literatura que desglosen y comparen los resultados en función de la etiología que indicó la artrodesis. En nuestro trabajo encontramos unos mejores resultados con significación estadística en aquellos pacientes en los que se realizó la artrodesis subastragalina artroscópica por PPVA con DTTP respecto a las secuelas de fracturas de calcáneo.

Además, cuando estudiamos por separado todos los ítems de la escala AOFAS, encontramos una mejoría con significación estadística en todos ellos, excepto en la movilidad del tobillo. Los valores pre y postoperatorio son: dolor (de 17.53 a 35.23 puntos), actividades (de 4.29 a 7.78 puntos), distancia (de 3.66 a 4 puntos), marcha ( de 2.86 a 3.50 puntos), cojera (de 3.81 a 7.26 puntos ), movilidad del tobillo (de 7.69 a 8.61 puntos), alineación (de 5.46 a 8.61 puntos) y estabilidad (de 6.89 a 8.00 puntos) .

La población estudiada presenta dos grandes grupos muy dispares, lo que nos ha obligado a realizar un análisis multivariante. Los pacientes con secuelas de fracturas intratálámicas de calcáneo son por norma general varones (97.30%) y pacientes jóvenes (38.24 años DS 9.18); mientras que los del grupo del PPV con DTT suelen ser mujeres (95.83%) en la 5ª-6ª década de la vida (65.92 años DS 4.54).

Cuando analizamos la tasa de consolidación y la diferencia en la escala de la AOFAS, encontramos un mejor resultado con significación estadística en aquellos pacientes que pertenecían al grupo del PPV con DTTP. Dichas diferencias en el análisis multivariante no se veían relacionadas ni con la edad ni el sexo. Es decir, a igual edad o igual sexo los resultados eran similares. Esto nos hace pensar que probablemente uno de los factores implicados en esos resultados podría ser la calidad ósea o el grado de afectación del hueso subcondral, objetivamente mejor en los casos de PPV con DTT que cuando la artrodesis la indicábamos por secuelas de fracturas intratálamicas de calcáneo.

Cuando analizamos la consolidación en función de la causa y la edad; sin embargo no existen diferencias estadísticamente significativas (0.5969). En el grupo 1 la consolidación se constato a las 12.51 semanas (DS 4.52) y en el grupo 2 a las 11.67 semanas (DS 1.52). En el análisis estratificado, observamos que al valorar las variables edad y sexo dentro de cada grupo causal no existe relación estadística.

De igual manera al ajustar la consolidación con la fijación y la edad, grupo de un tornillo de 6.5. mm (45.50 años DS 15.42), grupo de un tornillo de 7.3 mm (51.83 años DS 15.66) y el grupo de dos tornillos de 7.3 mm (48.69 años DS 15.84) no existen diferencias estadísticamente significativas (0.4040).

El grupo que no presento complicaciones, presentó una edad de 50.33 años (DS 15.46) y consolidó a las 11.84 semanas (DS1.56); mientras que el grupo que presento complicaciones , tenía una edad media de 47.88 años (DS 17.55) y consolidó a las 15 semanas (10.81). Aunque el periodo de consolidación en este segundo grupo era algo mayor, no existieron diferencias de significación estadística en lo que se refiere a la edad (0.6173) ni a la consolidación (0.3331).

## 6.5. Estudios publicados en la literatura.

Los resultados de la artrodesis subastragalina artroscópica son excelentes en lo que se refiere a la tasa de consolidación y escaso número de complicaciones. Existen pocos trabajos comparativos de la artrodesis abierta y artroscópica<sup>(34,35)</sup>, cuyas conclusiones resumimos en la tabla :

1. Consolidación precoz.
2. Menor índice de complicaciones.
3. Menor tasa de pseudoartrosis o no consolidación de la fusión articular.
4. Menor estancia hospitalaria.

En aquellos casos de artrosis subastragalina con normoeje del retropié o desaxaciones en varo/valgo  $< 10-15^\circ$ , la técnica artroscópica será la técnica de elección. En las secuelas de fracturas intra-talámicas de calcáneo, si existe compromiso de la pared lateral del calcáneo con afectación de los peroneos o importante hundimiento del cuello de astrágalo y en las que exista un desplazamiento del eje mayor en el plano coronal con aplanamiento, que requiera aporte de injerto intercalar para normalizar el ángulo tibiotalar según la técnica descrita por Carr<sup>(13,92)</sup> (*artrodesis-distracción con injerto óseo intercalar subtalar*), el procedimiento deberá ser abierto. Igualmente que cuando indicamos la artrodesis para la corrección de deformidades importantes en varo y valgo del retropié, secundarias a anomalías congénitas, trastornos neurológicos u otros problemas adquiridos<sup>(92,93)</sup>.

Se han publicado algunos trabajos intentando identificar los factores de riesgo en cuanto a la consolidación de la artrodesis: el tabaquismo, la necrosis avascular y la cirugía de revisión han sido los factores más frecuentemente implicados en una menor tasa de consolidación<sup>(24,35,84,94)</sup>.

Cuando analizamos los resultados de la artrodesis subastragalina artroscópica o mínimamente invasiva, publicados en la literatura, encontramos una tasa global de fusión que oscila entre el 92-100%<sup>(34,36,94,95)</sup>.

SERIE	n	Seguimiento	AOFAS	Conclusiones
Carranza A. <sup>(8)</sup> Foot & Ankle International 2013;34(8):1117-1127 (Técnica MIS)	77	50 meses	Diferencia 47.6 puntos	Consolidación 92.2% Protrusión tornillo 15.5%
Jovenieaux P. <sup>(95)</sup> International Orthopedics 2010;34(8):1199-1205	28	56 meses (20-115)	76.5/94 (36-94)	100% Consolidación No desaxaciones 43-65% Artrosis mediopie
López-Oliva F. <sup>(96,97)</sup> Injury 2010;41(8):804- 809 (Técnica percutánea)	37	12 meses	75.43 DS 13.9	100% Consolidación 31 resultados excelentes/ buenos 1 caso de reintervención (aporte de injerto)
Lee K.B. <sup>(39)</sup> Arthroscopy 2010;26(2):230-238 (Técnica artroscópica)	16	30 meses (20-46)	Pre 35 (24-45) Post 84 (71-94)	94% Consolidación (11 semanas)
El Shazly O. <sup>(36)</sup> Arthroscopy 2009;25(7):783-787 (Técnica artroscópica)	10	28.4 meses	-	Mejoría estadísticamente significativa del dolor y distancia caminando Consolidación 11.44 semanas
Liu H.S. <sup>(98)</sup> Chinese Journal of Traumatology (English Edition) 2009;12(4):218-222	38	45 meses (21-110)	Pre 48.3 Post 79.2	92% Consolidación (35/38) 2 Necrosis cutáneas 1 Drop foot
Diezi C. <sup>(99)</sup> Foot and Ankle International 2008;29(12):1195-1202	15	-	-	93.3% Consolidación (1/15 No unión) 4/15 (27%) EMO Artrosis talonavicular sintomática
Glanzmann M.C. <sup>(35)</sup> Foot & Ankle Internationa. 2007; Vol. 28, No. (Técnica artroscópica)	41 (85% causa postraumática)	55 meses (24-89 meses)	Preop. 53 puntos (22-69) Postop. 84 puntos (41-94)	100% consolidación (11 semanas (7-36)) Cambios degeneratvos artic. vecinas (7.31%)
Amendola A. <sup>(40)</sup> Foot Ankle Int 2007;28:298-302.	11		Preop.36 Postop. 86	91% consolidación Tiempo consolidación: 10 semanas
Haskell A. <sup>(25)</sup> Foot & Ankle International 2004;25:774.	101			98% consolidación (12.3 semanas) No diferencias entre fumadores y no

SERIE	n	Seguimiento	AOFAS	Conclusiones
Tasto J.P. <sup>(31,32)</sup> Tech Foot Ankle Surg 2003;2:122-128. (Técnica artroscópica)	25			100% consolidación Tiempo consolidación: 8.9 semanas
Easley M.E. <sup>(24)</sup> J. Bone Joint Surg.2000; 82-A:613-624.	148	51 meses (24-130 meses)	Preop. 24 puntos (22-69) Postop. 70 puntos (41-94)	84% consolidación (fumadores (73%),necrosis avascular y cirugía de revision (71%)). Excluyendo factores de riesgo 96%. Complicaciones: 20% EMO, 9% lesion nervio sural, 3% infección, 10% impingement lateral y 6% mal alineamiento retropie)
Vilá y Rico J. Tesis doctoral 2014 (Técnica artroscópica)	65	57.54 meses (24-105 meses)	Preop. 51.52 puntos (19-61) Postop. 81.86 puntos (60-94)	92.2% consolidación (11.2 semanas (9-16)

Tuijthof<sup>(100)</sup>., en el año 2010, realiza un metanálisis de lo publicado en la literatura de la artrodesis subastragalina sobre 1001 artrodesis. Hace hincapié en la importancia de un fresado cuidadoso de las superficies articulares hasta llegar a hueso subcondral sano y de la fijación estable de la articulación subastragalina posterior . Concluye en la importancia del aporte de injerto óseo y de la fijación con dos tornillos. La tasa de consolidación es del 65% (36-96%) cuando existen desaxaciones; mientras que la tasa de consolidación global es del 85%. Refiere un 12% de no consolidación de la artrodesis, un 18% de mal alineamiento y hasta un 17% de extracción del material de osteosíntesis.

Nuestros resultados son comparables a los publicados en la literatura, con una tasa de consolidación del 95.39%, en un periodo de 11.2 semanas (rango 9 y 16 semanas). Si bien, como ya se ha analizado, es difícil determinar de manera exacta el momento de la consolidación de la artrodesis.

Por lo que respecta a las complicaciones, la mayor parte son consideradas como menores, y relacionadas con el material de osteosíntesis. Una meticulosa técnica a la hora de colocar los tornillos, minimiza la tasa de complicaciones y extracciones del implante. La incidencia de lesiones neurológicas oscila entre el 0-20%<sup>(39,41,66,67)</sup>. La identificación del tendón del FHL es fundamental

para evitar complicaciones neurovasculares del paquete del tibial posterior, es el “*límite de seguridad en la artroscopia posterior de tobillo*”. No debemos sobrepasar este límite para evitar dichas complicaciones<sup>(41)</sup>.

También se han descrito lesiones del nervio sural<sup>(101)</sup>, que cruza el borde lateral del TC en el tejido celular adiposo subcutáneo a 9.8 cm (6,5 – 16 cm) proximal a la inserción del TC<sup>(102,103)</sup> . Para evitar el riesgo de lesiones neurovasculares es importante realizar el portal simplemente cutáneo y proceder posteriormente a la disección con un mosquito e identificar el tendón del FHL.

Sin embargo, la tasa de complicaciones publicadas en la literatura llega hasta el 43% en las técnicas abiertas, con un 12% de infección superficial y/o profunda, 15% de revisión de la herida quirúrgica y un 21% de pseudoartrosis en las artrodesis primarias y hasta el 31% en la cirugía de revisión.

## 6.6. Fortaleza y debilidades del trabajo.

Nuestro trabajo presenta como puntos fuertes el potente tratamiento estadístico que nos permite responder a nuestra hipótesis y objetivos de la Tesis con resultados estadísticamente significativos y la amplia población estudiada - es una de las series mayores publicadas en la literatura - . Además la técnica quirúrgica esta protocolizada siendo todos los casos intervenidos por un único cirujano confirmando la seguridad y reproducibilidad del método.

Sin embargo, como debilidades, cabría citar que desde el punto de vista epidemiológico, existe una gran disparidad en la muestra poblacional de los dos principales grupos etiopatogénicos –lo que nos ha obligado a realizar un análisis multivariante y estratificado de en los parámetros del estudio- y que no se trata de un estudio prospectivo comparativo aleatorizado.

En relación a otros trabajos publicados y referenciados en esta Tesis Doctoral, cabe destacar que estudian menos variables, el tratamiento estadístico se centra en el análisis descriptivo y comparativo de la muestra sin profundizar en los análisis bivariantes y multivariantes. Sin embargo, los resultados, en lo que se refiere a tasas de consolidación, tiempo de consolidación y complicaciones, los resultados son similares.

Cuando realizamos un análisis de la medicina basada en la evidencia <sup>(104,105)</sup>, encontramos que existe un grado de recomendación B en los procedimientos de artrodesis artroscópica en las articulaciones subastragalina y tibiotalar.





## 7. Conclusiones

### 7.1. Conclusiones derivadas del método.

1. La artrodesis subastragalina es un procedimiento empleado para el tratamiento de pacientes con artrosis postraumática que ofrece excelentes resultados.
2. La artrodesis subastragalina artroscópica empleando los portales endoscópicos posteriores presenta grandes ventajas respecto a las técnicas abiertas en lo que se refiere a tasa de consolidación (95.38%), tiempo de consolidación (11.2 semanas) y complicaciones (12.31%).

### 7.2. Conclusiones derivadas de los resultados.

1. La artrodesis subastragalina artroscópica empleando los portales posteriores presenta una diferencia en la escala de la AOFAS de 30.123. Lo que supone una diferencia estadísticamente significativa (.0001).
2. La diferencia en la escala de la AOFAS del grupo 1 (secuelas de fractura de calcáneo) y del grupo 2 (PPV con DTTP), era de 26.95 puntos (DS 9.14) y de 34.92 puntos (DS 7.37) y este valor es también estadísticamente significativo (p 0.0007).
3. No existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados en función de la configuración de los tornillos.
4. No existen diferencias estadísticamente significativas en los resultados en función de las desaxaciones del retropié.

En resumen, la artrodesis subastragalina artroscópica empleando los portales posteriores ofrece unos resultados excelentes con una baja tasa de complicaciones respecto a las técnicas abiertas.

## 8. Bibliografía

1. Smith JW. The ligamentous structures in the canalis and sinus tarsi". Journal of Anatomy 1958;vol.92 (oct),part.4.
2. Sarrafian, SK. Biomechanics of the subtalar joint complex. Clin. Orthop. 1993; 290:17-21.
3. Kjaersgaard-Andersen, P., Wethelund, J.O.,Helmig, P., Soballe, K. The stabilizing effect of the ligamentous structures in the sinus and canalis tarsi on movements in the hindfoot. Am J Sports Med, 1988; 16:512-19.
4. Perry, J.: Anatomy and biomechanics of the hindfoot. Clin Orthop.1983; 177:9-14.
5. Mann, R.: Disorders of the foot. W.B. Saunders. Nueva York, 1982.
6. Scott, S.H., Winter, D.A.: Talocrural and talocalcaneal joint kinematics and kinetics during stance phase of walking. J Biomech. 1991;24,8:743-51.
7. Gershamm, S.A.: Literature review of midtarsal joint motion. Clin Podiatr Med Surg. 1988;5,2:385-93.
8. Carranza Bencano A, Tejero-García S, del Castillo Blanco G, Fernández Torres JJ, Alegrete Parra A. Isolated subtalar arthrodesis through minimal incisión surgery. Foot Ankle Int. 2013;34:1117-23.
9. Nuñez-Samper, M. y Llanos, L.F. Biomecánica, medicina y cirugía del pie. Masson. Madrid, 1990. Capítulo 58. Arthrodesis. F. Vaquero González y R. Viladot Pericé.
10. Vaquero González F. La artrodesis subastragalina con cuña libre en la estabilización precoz del pie valgo paralítico. Rev. Ortop Traumatol 2000;44:2-11.
11. Muñoz Muraro .G., Fuentes Carvajal . P. Arthroscopic Arthrodesis of Subtalar Joint. Foot Ankle Clin N Am. 2011; 16:83-90.
12. Martín Oliva X. Arthrodesis subtalar. Monografía de actualización de la Sociedad Española de Medicina y Cirugía de Pie y Tobillo. EdikaMed 2010. Barcelona.
13. Carr JB, Hansen SI, Bernirschke JK. Subtalar distracción bone block for late complication of os calcis fractures. Foot Ankle 1988;9:81-86.
14. Ducroquet, CH. Launay , P. Paralysie infantile des muscles du pied. Son traitement par l'arthrodese partielle. Press Medicale, 1909; 17-22.

15. Grice DS. An extraraticular arthrodesis of the subtalar joint for correction of paralytic flat feet in children. *J Bone Joint Surg.* 1952; 34 (A): 927-932.
16. Malvárez O. Arthrodesis subastragalina extraraticular en pie valgo pronado paralítico. Arthrodesis mínima. *Rev Ortop Traumatol.* 1957;2:251-60.
17. Von Stockum. Operative Behandlung der Calcaneus und Talus Fractur. *Z. Chir.* 1912;39:1438-43.
18. Gallie WE. Subastragalar arthrodesis in fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surg Am.* 1952; 35: 927-34.
19. Pennal G.F, Yadav M.P. Operative treatment of conminuted fractures of the os calcis. *Orthop. Clin. North Am.* 1973; 4:197-211.
20. Vilà y Rico, J., Diez Nicolás, E., Martín López, C., Sañudo Tejero, J: Artroscopia de la articulación subastragalina: Indicaciones y técnica quirúrgica. *Revista de Pie y Tobillo*, 2004; Tomo XVIII, nº 2: 164-170.
21. Russotti GM, Cass JR, Johnson KA. Isolated talocalcaneal arthrodesis. A technique using moldable bone graft. *J Bone Joint Surg Am* 1988;70:1472—8.
22. Mann RA, Beaman DN, Horton GA. Isolated subtalar arthrodesis. *Foot Ankle Int* 1998;19:511—9.
23. Flemister AS, Infante AF, Sanders RW, Walling AK. Subtalar arthrodesis for complications of intra-articular calcaneal fractures. *Foot Ankle Int* 2000;21:392–9.
24. Easley ME, Trnka H-J, Schon LC, et al. Isolated subtalar arthrodesis. *J Bone Joint Surg* 2000; 82A:613 – 24.
25. Haskell A, Pfeiff C, Mann R. Subtalar joint arthrodesis using a single lag screw. *Foot Ankle Int* 2004;25:774—7.
26. Chahal J, Stephen DJ, Bulmer B, Daniels T, Kreder HJ. Factors associated with outcome after subtalar arthrodesis. *J Orthop Trauma* 2006;20:555–61.
27. Thevendran, G. Current Concepts Review: Risk Factors for Nonunions in Foot and Ankle Arthrodeses *Foot Ankle Int* November 2012 33: 1031-1040.
28. Parisien JS, Vangsness T. Arthroscopy of the subtalar joint: an experimental approach. *Arthroscopy* 1985;1(1):53–7.
29. Parisien JS. Arthroscopy of the posterior subtalar joint: a preliminary report. *Foot Ankle* 1986;6(5):219 – 24.
30. Frey C, Gasser S, Feder K. Arthroscopy of the subtalar joint. *Foot Ankle Int* 1994;15(8):424 – 8.

31. Tasto JP. Subtalar arthroscopy. In: McGinty JB, Burkhart SS, Jackson RW, Johnson DH, Richmond JC, eds. *Operative arthroscopy*. Ed 3. New York: Lippincott Williams & Wilkins, 2003;944-952.
32. Tasto JP. Arthroscopic subtalar arthrodesis. *Tech Foot Ankle Surg* 2003;2:122-128.
33. Lundeen RD. Arthroscopic approaches to the joints of the foot. *J Am Podiatr Med Assoc* 1987;77:451-6.
34. Scranton Jr PE, McDermott JE. Anterior tibiotalar spurs: A comparison of open versus arthroscopic debridement. *Foot Ankle* 1992;13:125-129, 1992.
35. Glanzmann, MC; Sanhueza-Hernandez, R: Arthroscopic subtalar arthrodesis for symptomatic osteoarthritis of the hindfoot: a prospective study of 41 cases. *Foot Ankle Int.* 2007; 28:2 – 7.
36. El Shazly O, Nassar W, El Badrawy A. Arthroscopic subtalar fusion for post-traumatic subtalar arthritis. *Arthros- copy* 2009;25:783-787.
37. van Dijk CN, Scholten PE, Krips R. A 2-portal endoscopic approach for diagnosis and treatment of posterior ankle pathology. *Arthroscopy* 2000;16:871-876.
38. Sitler DF, Amendola A, Bailey CS, et al. Posterior ankle arthros- copy: an anatomic study. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84:763-9.
39. Lee KB, Saltzman CL, Suh JS, Wasserman L, Amendola A. A posterior 3-portal arthroscopic approach for isolated subtalar arthrodesis. *Arthroscopy* 2008;24:1306-1310.
40. Amendola A, Lee KB, Saltzman CL, Suh JS. Technique and early experience with posterior arthroscopic subtalar arthrodesis. *Foot Ankle Int* 2007;28:298-302.
41. Carro LP, Golano P, Vega J. Arthroscopic subtalar arthrodesis: The posterior approach in the prone position. *Arthroscopy* 2007;23:445-53.
42. J. Vilá y Rico, C.M. Martín López . Estado actual de la artroscopia del pie. *Revista del Pie y Tobillo*.2007; Tomo XXI, abril: 94-100.
43. Beimers L, de Leeuw PA, van Dijk CN. A 3-portal approach for arthroscopic subtalar arthrodesis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009;17:830-834.
44. Golanò P, Mariani PP, Rodríguez-Niedenfuhr M, Mariani PF, Ruano-Gil D. Arthroscopic anatomy of the posterior ankle ligaments. *Arthroscopy.* 2002;18:353-8.
45. Vilà y Rico J, Rodríguez-Martin J, Parra-Sanchez G, Marti Lopez-Amor C. Arthroscopic tibiotocalcaneal arthrodesis with locked retrograde compression nail. *J Foot Ankle Surg.* 2013 Jul-Aug;52(4):523-8
46. Kitaoka HB. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes. *Foot Ankle Int.* 1994;15:348-353.

47. Sanders R, Fortin P, Di Pasquale T, Walling A. Operative treatment in 120 displaced intraarticular calcaneal fractures. Results using a prognostic computed tomography scan classification. Clin Orthop. 1993;290:87-93.
48. Johnson K, Strom DE. Tibialis posterior tendón dysfunction. Clin Orthop. 1989;239:196-206.
49. Myerson MS. Adult acquired flatfoot deformity. JBJS 1996; 78-A:780-792.
50. Brunet JA. Calcaneal fractures in children. Long term results of treatment. J Bone Joint Surg Br. 2000;82:211-216.
51. Burton DC, Olney BW, Horton GA. Late results of subtalar distraction fusion. Foot Ankle Int. 1998;19:197-202.
52. Huefner T, Thermann H, Gerlin J, Pape HC, Pohlemann T. Primary subtalar arthrodesis of calcaneal fractures, Foot Ankle Int. 2001;22:9-13.
53. Karadimas JE, Karadimas EJ, Kapotas JV. Surgical management of the deformed rheumatoid forefoot. Foot Ankle Surg. 2000; 6:3-9.
54. Thermann H, Hufner T, Schaft HE, Held C, Tschern H. Subtalar fusion after conservative or surgical treatment of calcaneus fracture. A comparison of long-term results. Unfallchirurg. 1999;102:13-22.
55. Junghanns H. Die Lumbosacralwinkel. Deutsch Z Chir, 1929;213:322-29.
56. Breitenfelder J. The hip joint arthrodesis. A clinical and experimental study on the effective ankylosis of the hip joint. Fortschr Med. 1976 Jan 22;94(3):147-50.
57. Meyer GH. Die Architektur der Spongiosa. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin, 1867;XVIII:615-628.
58. Meyer GH. Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochenengerüstes. Enegelman, Leipzig, 1873.
59. Culmann K. Die graphische Statik. Meyer und Zeller. Zurich, 1866.
60. Wolf J. Das Gesetz der Transformation der Knochen. Hirschwald. Berlin, 1892.
61. Wolf J. The Law of Bone remodeling. Springer. Berlin-Heidelberg-New York, 1986.
62. Ángulo MT, Llanos L.F. Patomecánica del complejo articular periastragalino. Biomecánica, 1993;2:77-80.
63. Arandes R, Viladot A. Biomecánica del calcáneo. Med Quir., 1954;21:25.
64. Martín Oliva X. Arthrodesis tarsianas. Arthrodesis subastragalina por abordaje posterior. Revista Pie y Tobillo 2007; XXI, suplemento:22-3.

65. Narita N, Takao M, Innami K, Kato H, Matsushita T. Minimally Invasive Subtalar Arthrodesis with Iliac Crest Autograft through Posterior Arthroscopic Portals: A Technical Note. *Foot Ankle Int* 2012 33: 803.
66. Nickisch F, Barg A, Saltzman C.L, Beals T.C, Bonasia D. E, et al. Postoperative Complications of Posterior Ankle and Hindfoot Arthroscopy. *J Bone Joint Surg Am*. 2012;94:439-46.
67. Abramowitz Y, Wollstein R, Barzilay Y, London E, Matan Y, Shabat S, Nyska M. Outcome of resection of a symptomatic os trigonum. *J Bone Joint Surg Am*. 2003; 85:1051-7.
68. Gómez Carlín L, Apaza Cutrill H, Álvarez Goenaga F, Viladot Pericé R, Vilà y Rico J. Síndrome del seno del tarso. Una nueva perspectiva. *Tobillo y Pie* 2011; nº 1, vol. 4: 19-22.
69. Coughlin MJ, Grimes JS, Traughber PD, Jones CP. Comparison of radiographs and CT scan in the prospective evaluation of the fusion of the hindfoot arthrodesis. *Foot Ankle Int*. 2006;27:780-787.
70. Dorsey M.L, Liu P.T, Roberts C.C, Kile T.A. Correlation of Arthrodesis Stability with Degree of Joint Fusion on MDCT. *AJR*:192, February 2009; 496-499.
71. Parra G, Lara A., Vilà y Rico J, Martón C, L.F. Llanos. Estudio de la trabeculación ósea en la artrodesis aubastragalina. *Biomecánica*, 2010; 18(1):42-46.
72. Jones C.P, Coughlin M.J, Shurnas P.S. Prospective CT Scan Evaluation of Hindfoot Nonunions Treated with Revision Surgery and Low-Intensity Ultrasound Stimulation. *Foot Ankle Int* 2006; 27: 229-35.
73. Hungerer S, Eberle S, Lochner S, Maier M, Högel F, Penzkofer R, Augat P. Biomechanical evaluation of subtalar fusion: the influence of screw configuration and placement. *J Foot Ankle Surg*. 2013 Mar-Apr;52(2):177-83.
74. Donley BG, Ward DM. Implantable electrical stimulation in high-risk hindfoot fusions. *Foot Ankle Int*. 2002 Jan;23(1):13-8.
75. Saxena A, DiDomenico LA, Widtfeldt A, Adams T, Kim W. Implantable electrical bone stimulation for arthrodeses of the foot and ankle in high-risk patients: a multicenter study. *J Foot Ankle Surg*. 2005 Nov-Dec;44(6):450-4.
76. Morimoto M, Utsumi M, Tohno Y, Tohno S, Moriwake Y, Sugimoto K, Yamada M, Furuta K, Takano Y, Takakura Y. Age-related changes of bone mineral density in human calcaneus, talus, and scaphoid bone. *Biol Trace Elem Res*. 2001 Summer;82(1-3):53-60.
77. Hintermann B, Valderrabano V, Nigg B. Influence of screw type on obtained contact area and contact force in a cadaveric subtalar arthrodesis model. *Foot Ankle Int*. 2002;23(11):986- 991.



78. Chuckpaiwong B, Easley ME, Glisson RR. Screw placement in subtalar arthrodesis: a biomechanical study. *Foot Ankle Int.* 2009 Feb;30(2):133-41.
79. Gosch C, Verrette R, Lindsey DP, Beaupré GS, Lehnert B. Comparison of initial compression force across the subtalar joint by two different screw fixation techniques. *J Foot Ankle Surg.* 2006 May-Jun;45(3):168-73.
80. Chapman JR, Harrington RM, Lee KM, Anderson PA, Tencer AF, Kowalski D. Factors affecting the pullout strength of cancellous bone screws. *J Biomech Eng.* 1996 Aug;118(3):391-8.
81. Johnson NL, Galuppo LD, Stover SM, Taylor KT. An in vitro biomechanical comparison of the insertion variables and pullout mechanical properties of ao 6.5-mm standard cancellous and 7.3-mm self-tapping, cannulated bone screws in foal femoral bone. *Vet Surg.* 2004 Nov-Dec;33(6):681-90.
82. Battula S, Schoenfeld AJ, Sahai V, Vrabec GA, Tank J, Njus GO. The effect of pilot hole size on the insertion torque and pullout strength of self-tapping cortical bone screws in osteoporotic bone. *J Trauma.* 2008 Apr;64(4):990-5.
83. Shereff MJ. Isolated subtalar arthrodesis. In: *Atlas of Foot and Ankle Surgery.* Philadelphia: WB Saunders. 1998.
84. Haskell A, Pfeiff C, Mann R. Subtalar joint arthrodesis using a single lag screw. *Foot Ankle Int.* 2004;25(11):774-777.
85. Lubner MJ, Nunley JA. How to reduce the cost of hindfoot fusion. *Foot Ankle Int.* 1998;19:735-737.
86. Myerson MS, Neufeld SK, Uribe J. Fresh-frozen structural allografts in the foot and ankle. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:113-120.
87. O'Malley DF Jr, Conti SF. Results of distal tibial bone grafting in hindfoot arthrodesis. *Foot Ankle Int.* 1996;17: 374-377.
88. Scranton PE Jr. Comparison of open isolated subtalar arthrodesis with autogenous bone graft versus outpatient arthroscopic subtalar arthrodesis using injectable bone morphogenic protein-enhanced graft. *Foot Ankle Int.* 1999;20: 162-165.
89. Buch BD, Myerson MS, Miller SD. Primary subtalar arthrodesis for the treatment of comminuted calcaneal fractures. *Foot Ankle Int* 1996;17:61-70.
90. Gross RH. A clinical study of the Batchelor subtalar arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 1976;58:343-9.
91. Fellman J, Zollinger H. Isolated talocalcaneal interposition fusion: a prospective follow-up study. *Foot Ankle Int* 1997;18:616-21.

92. Sangeorzan BJ. Salvage Procedures for calcaneus fractures. Instr. Course Lect. 1997; vol. 46:339-346.
93. Pena Gomez FA, Amendola A. The ankle. In: McGinty JB, editor. Operative arthroscopy. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003. p. 187-98.
94. Davies M., Rosenfeld P.F, Stavrou P, Saxby T.S. A Comprehensive Review of Subtalar Arthrodesis. Foot Ankle Int 2007 28.
95. Jovenieaux P. International Orthopedics 2010;34(8):1199-1205.
96. López-Oliva F, Sánchez-Lorente T, Fuentes-Sanz A, Forriol F, Aldomar-Sanz Y. Primary fusion in worker's compensation intraarticular calcaneus fracture. Prospective study of 169 consecutive cases. Injury. 2012 Dec;43 Suppl 2:S73-8.
97. López-Oliva F, Forriol F, Sánchez-Lorente T, Sanz YA. Treatment of severe fractures of the calcaneus by reconstruction arthrodesis using the Vira System: Prospective study of the first 37 cases with over 1 year follow-up. Injury. 2010 Aug;41(8):804-9.
98. Liu HL, Duan SJ, Liu SD, Xie XM, Luan T, Li FT et al. Trephine artrodesis of subtalar joints: opertive technique and clinical effect. Chin J Traumatol. 2009; 12 (4):218-222.
99. Diezi C, Favre P, Vienne P. Primary isolated subtalar arthrodesis: outcome after 2 to 5 years followup. Foot Ankle Int. 2008;29(12):1195-1202.
100. Tuijthof GJM, Beimers L, Kerkhoffs G, Dankelman J, Van Dijk CN. Overview of subtalar arthrodesis techniques: options, pitfalls and solutions. Foot Ankle Surg. 2010;16:107- 116.
101. Keeling JJ, Guyton GP. Endoscopic flexor hallucis longus decompression: a cadaver study. Foot Ankle Int. 2007;28:810-4.
102. Webb J, Moorjani N, Radford M. Anatomy of the sural nerve and its relation to the Achilles tendon. Foot Ankle Int. 2000;21:475-7.
103. Krause FG, Pohl MJ, Penner MJ, Younger AS. Tibial nerve palsy associated with lateralizing calcaneal osteotomy: case reviews and technical tip. Foot Ankle Int. 2009;30:258-61. 2009;30:258-61.
104. Hernández Vaquero, D., Fernández-Fairen M., Torres-Perez ,A., Santamaría , A. Cirugía de mínima invasión frente a cirugía convencional. Una aproximación desde la evidencia científica. Rev. Ortop. Traumatol. 2012; 56 (06):132-39.
105. Glazebrook MA, Ganapathy V, Bridge MA, Stone JW et al. Evidence-based indications for Anhkle arthrodseis Arthroscopy 2009;25(12):1478-90



# Anexos. Artículos publicados

**[164]****TÉCNICAS QUIRÚRGICAS**

## ARTROSCOPIA DE LA ARTICULACIÓN SUBASTRAGALIANA: INDICACIONES Y TÉCNICA QUIRÚRGICA

**Dres. J. Vilà y Rico<sup>(1)</sup>, E. Díez Nicolás<sup>(1)</sup>, C. Martín López<sup>(1)</sup>, J. Sañudo Tejero<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup>Servicio de Traumatología. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid.

<sup>(2)</sup>Departamento de Anatomía y Embriología I. Facultad de Medicina. Universidad Complutense. Madrid.

Hace ya casi veinte años, Parisien y Vangness llevaron a cabo el primer abordaje artroscópico a la articulación subastragalina. Revisamos aquí las diversas indicaciones de este procedimiento y su técnica quirúrgica aceptada y consagrada.

**PALABRAS CLAVE:** Articulación subastragalina, artroscopia, indicaciones, técnica quirúrgica.

**ARTHROSCOPY OF THE SUBTALAR JOINT: INDICATIONS AND SURGICAL TECHNIQUE.** Almost twenty years ago, the first arthroscopic approach to the subtalar joint was performed by Parisien and Vangness. We now here review the various indications for this procedure and the accepted and hallowed surgical technique.

**KEY WORDS:** Subtalar joint, arthroscopy, indications, surgical technique.

### INTRODUCCIÓN

En 1985 Parisien y Vangness<sup>(1)</sup> realizaron el primer abordaje artroscópico a la articulación subastragalina en seis cadáveres, y la posterior disección anatómica de los portales e identificación de las estructuras vascular-nerviosas. Parisien<sup>(2)</sup> en 1986 publica una serie de tres artroscopias en pacientes con dolor en dicha articulación; sin embargo, no será hasta 1995 cuando Zinder<sup>(3)</sup> describa los portales hoy conocidos como clásicos, así como la exploración sistemática de la articulación subastragalina y las estructuras anatómicas a identificar. Tasto<sup>(4)</sup>, en 1996, describe la primera artrodesis artroscópica subastragalina, si bien, es Ferkel<sup>(5)</sup> uno de los autores que más ha contribuido al desarrollo de la cirugía artroscópica del pie y tobillo.

### TÉCNICA QUIRÚRGICA

Se coloca al paciente en decúbito lateral o en decúbito supino con el pie en inversión, bajo anestesia regional intradural y bajo isquemia. Múltiples sistemas de distracción han sido descritos; inicialmente, se emplearon los distractores transóseos, colocando un pin en la tibia y otro en el calcáneo, también se han empleado los distractores tipo Guhl con cinchas. Preferimos la distracción manual, por el riesgo de

fracturas o infección superficial u osteitis en el lugar de inserción de los pines.

Los dos portales clásicos para acceder a la articulación subastragalina son el anterolateral, situado unos 2 cm anterior y distal a la punta del maléolo peroneo (**Figura 1**) en el seno del tarso y el posterolateral, situado a 1 cm posterior a la punta del maléolo peroneo (**Figura 2**), detrás de los tendones peroneos y delante del tendón del tríceps sural. Se han descrito dos portales accesorios, uno anterior y ligeramente superior al anterolateral y otro anterior al posterolateral, con la suficiente distancia para permitir la triangulación con el instrumental. Merkhail<sup>(6)</sup>, en 1995, describe un portal medial (**Figura 3**), que realizamos de dentro a fuera introduciendo un *abocath* o un *wisinger*, a través de las fibras del ligamento deltoideo; este portal es muy seguro en sus relaciones vascular-nerviosas y permite un excelente acceso al seno del tarso. Es de gran importancia el conocimiento de las estructuras vasculares y nerviosas relacionadas con los portales. La complicación más frecuente en la artroscopia subastragalina es la neuropatía del nervio peroneo superficial<sup>(7)</sup> por su lesión en el portal anterolateral o accesorio anterior (**Figura 4**); en estos portales también se puede lesionar la arteria del seno del tarso. En el portal posterolateral o posterior accesorio se pueden lesionar el nervio sural o la vena safena menor (**Figura 5**).

Empleamos el instrumental de pequeñas articulaciones y la óptica de 1,9 mm o de 2,9 mm de 30°, y en ocasiones de 70°. Es importante contar con el instrumental motorizado de pequeñas articulaciones con sinoviotomos y fresas esféricas de 2,9 mm (**Figura 6**).

### Correspondencia:

Servicio de Traumatología  
Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid  
Fecha de recepción: 26/6/04

[94]

## ESTADO ACTUAL DE LA ARTROSCOPIA DEL PIE

**Dres. J. Vilá y Rico, C.M. Martín López**

*Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica I. Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid*

La artroscopia exploratoria de estructuras pedias tiene su origen en 1985, aunque la primera artroscopia intervencionista en esta región anatómica no se publicó hasta 1996. Se revisa en este artículo el estado actual de esta técnica exploratoria y terapéutica, comentando la técnica quirúrgica y las diferentes indicaciones, así como los resultados obtenidos.

**PALABRAS CLAVE:** Artroscopia. Pie. Artroscopia intervencionista.

**ARTHROSCOPY OF THE FOOT. STATE OF THE ART:** Exploratory arthroscopy of foot structures began in 1985, but it was not until 1996 that the first arthroscopic therapeutic intervention in this anatomic region was reported. The present paper reviews the state of the art in this exploratory and therapeutic technique, discussing the surgical technique and the various indications as well as the results achieved.

**KEY WORDS:** Arthroscopy. Foot. Interventional arthroscopy.

### ARTROSCOPIA DE LA ARTICULACIÓN SUBASTRAGALINA

#### Introducción

En 1985 Parisien y Vagness<sup>(1)</sup> realizaron el primer abordaje artroscópico de la articulación subastragalina en seis cadáveres, y la posterior disección anatómica de los portales e identificación de estructuras neurovasculares. Parisien<sup>(2)</sup> publica en 1986 una serie de tres artroscopias en pacientes con dolor en dicha articulación; sin embargo, no será hasta 1995 cuando Snyder<sup>(3)</sup> describe los portales, la exploración sistemática y las estructuras anatómicas. Tasto<sup>(4)</sup>, en 1996, describe la primera artrodesis artroscópica de la articulación subastragalina, si bien es Ferkel<sup>(5)</sup> uno de los autores que más ha contribuido al desarrollo de la cirugía artroscópica del pie y tobillo.

#### Técnica quirúrgica

Se coloca al paciente en decúbito lateral o en decúbito supino con el pie en inversión forzada, bajo anestesia regional intradural e isquemia. Se han diseñado distintos sistemas de distracción, distractores transóseos en tibia y calcáneo, o distractores no invasivos como el de Guhl. Preferimos la distracción manual por el riesgo de fracturas e infección superficial u osteitis en la inserción de los pines.

Los dos portales clásicos para acceder a la articulación subastragalina son el anterolateral, situado unos 2 cm anterior y distal a la punta del maléolo peroneo (Figura 1) en el

seno del tarso, y posterolateral, situado 1 cm posterior a la punta del maléolo peroneo (Figura 2), detrás de los tendones peroneos y anterior al tendón del tríceps sural.

Se han descrito dos portales accesorios: uno, anterior y ligeramente superior al anterolateral; y otro, anterior al posterolateral, con la suficiente distancia para permitir la triangulación y el manejo del instrumental. Merkhail<sup>(6)</sup>, en 1995, describe un portal medial, que se realiza de dentro a fuera introduciendo un *abocath* o un *wisinger*, a través de las fibras del ligamento deltoideo; este portal es muy seguro en sus relaciones neurovasculares y permite un excelente acceso al seno del tarso. Es de gran importancia el conocimiento de las estructuras neurovasculares. La complicación más frecuente es la neuropatía del nervio peroneo superficial<sup>(7)</sup>, por su lesión en el portal anterolateral (Figura 1) o el accesorio anterior. En este portal también se puede lesionar la arteria del seno del tarso. En el portal posterolateral o accesorio posterior se puede lesionar el nervio sural y la vena safena menor (Figura 2).

Se emplea el instrumental de pequeñas articulaciones y la óptica de 1,9 mm o de 2,9 mm de 30° -y, en ocasiones, de 70°-. Es importante contar con el instrumental motorizado de pequeñas articulaciones con sinoviotomos y fresas esféricas de 2,9 mm.

Zinder describe las **trece** estructuras a visualizar en el recorrido de la articulación subastragalina.

• Desde el portal anterolateral:

1. fascículo superficial del ligamento interóseo
2. fascículo superficial del ligamento interóseo (Figura 3)
3. articulación talocalcánea
4. ángulo posterolateral
5. ligamento talocalcáneo lateral
6. ligamento calcaneofibular
7. articulación subastragalina central (Figura 4)
8. gotiera posterolateral

#### Correspondencia:

Jesús Vilá y Rico  
c/ Alcalde Sainz de Baranda, 29-2.ªB  
28009 Madrid

Biomecánica, 18(1), 2010, pp 42-46

## Estudio de la trabeculación ósea en la artrodesis subastragalina

*Premio al mejor trabajo en el XXXII Congreso de la Sociedad Ibérica de Biomecánica y Biomateriales*

G. PARRA, A. LARA, J. VILA, C. MARTÍN, L.F. LLANOS.  
*Departamento de Cirugía. Facultad de Medicina.  
Universidad Complutense de Madrid.*

### Resumen

*En este artículo presentamos nuestra casuística en artrodesis artroscópica subastragalina revisando los principios biomecánicos que rigen esta articulación y presentando ésta como una técnica válida para el tratamiento de distintas patologías en el retropié que interesan esta articulación.*

**Palabras clave:** Artroscopia, subastragalina, tobillo.

### Abstract

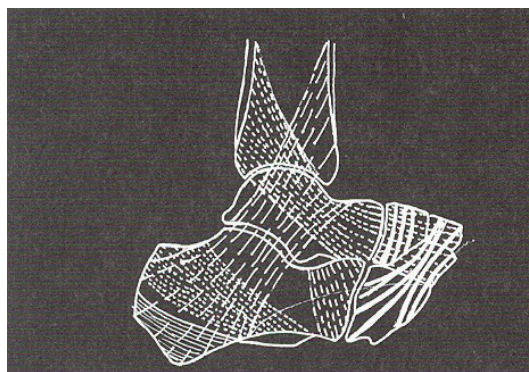
*We present our casuistic on arthroscopic subtalar arthrodesis reviewing the biomechanics of this joint and presenting it as a valid technique for the treatment of some pathologies in the rearfoot that affect this joint.*

**Keywords:** Arthroscopy, subtalar, ankle.

### Introducción

El pie se estructura y dispone a modo de un conjunto de estructuras funcionales. Su arquitectura se basa en la existencia de una trabeculación o disposición de la esponjosa de los diferentes huesos que lo forman, orientadas tridimensionalmente, de suerte que permite la conveniente transmisión de cargas a través de los diferentes haces trabeculares.

Estos sistemas trabeculares expresan una representación plástica del trabajo desarrollado por los elementos óseos que configuran la estructura ósea del pie, como se definió en los trabajos realizados por Von Meyer [1, 2], Culmann (que asemejó la estructura del fémur proximal a una grúa de la construcción) [3], o Wolff quien, en su Ley sobre la remodelación ósea, postuló que “cada cambio en la forma y la función del hueso o únicamente de su función, era seguida por ciertos cambios definidos



**Figura 1.** Esquema de la trabeculación del pie. 1, sistema tibioescafoideo; 2, sistema talámico; 3, sistema de la apófisis anterior; 4, sistema aquileo.

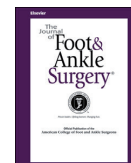
### Correspondencia:

G. Parra. C/ García de Paredes 51 3º Apto 3. Madrid, C.P. 28010. E-mail: griller80@hotmail.com



Contents lists available at ScienceDirect

The Journal of Foot &amp; Ankle Surgery

journal homepage: [www.jfas.org](http://www.jfas.org)

## Arthroscopic Tibiotalocalcaneal Arthrodesis with Locked Retrograde Compression Nail

Jesus Vilà y Rico, MD<sup>1</sup>, Juan Rodriguez-Martin, MD<sup>2</sup>, Guillermo Parra-Sanchez, MD<sup>1</sup>, Carlos Marti Lopez-Amor, MD<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Orthopaedic Surgeon, Department of Orthopaedics, 12 Octubre University Hospital, Madrid, Spain

<sup>2</sup> Orthopaedic Surgeon, Department of Trauma and Orthopaedics, Infanta Leonor University Hospital, Madrid, Spain

<sup>3</sup> Orthopaedic Surgeon, Department of Orthopaedics, Ruber Clinic, Madrid, Spain

### ARTICLE INFO

Level of Clinical Evidence: 4

Keywords:

ankle  
calcaneus  
fibula  
intramedullary nail  
surgery  
talus  
tibia

### ABSTRACT

Tibiotalocalcaneal (TTC) arthrodesis is a demanding procedure. Several techniques have been described for successful fusion, including the use of plates, screws, intramedullary nails, and external fixators. Arthroscopic TTC fusion with intramedullary nailing has been recently described as an alternative method to traditional open procedures. The surgical technique and clinical and radiographic outcomes of 2 patients who had undergone arthroscopic TTC arthrodesis with intramedullary nailing are presented. The indication for surgery was symptomatic tibiotalar and subtalar post-traumatic arthritis in 1 patient and distal tibia and fibula nonunion in the other. In both cases, fusion was obtained at approximately 8 weeks postoperatively. At the final follow-up visit at 2 years postoperatively, their American Orthopaedic Foot and Ankle Society score had improved from 31 to 85 points and from 16 to 71 points, respectively. No intra- or postoperative complications developed. Arthroscopic TTC arthrodesis can be an alternative to traditional open procedures, especially in patients with soft tissue concerns or several previous surgeries. Experience with ankle arthroscopy procedures is mandatory to obtain satisfactory results and minimize the risk of complications.

© 2013 by the American College of Foot and Ankle Surgeons. All rights reserved.

Tibiotalocalcaneal (TTC) arthrodesis is considered an aggressive and demanding procedure reserved for conditions that affect both the tibiotalar and talocalcaneal joints, such as post-traumatic arthritis, failed previous fusion, talar avascular necrosis, advanced adult acquired flatfoot, rheumatoid arthritis, failed ankle arthroplasty, and tumor. The goal of the procedure is to obtain a pain-free and stable ankle and hindfoot. Several fixation methods for TTC arthrodesis (e.g., screws, staples, blade plates, locking plates, fibular grafts, and external fixators) previously have been described as being performed through open, mini-invasive, or arthroscopic approaches (1–5). The use of intramedullary nailing has increased in popularity in the past years, because it can be introduced with small incisions and its biomechanical properties seem to be superior to those of plate and screws constructs, offering greater bending stiffness, dynamic compression capability, and more rotational stability (1–9).

**Financial Disclosure:** None reported.

**Conflict of Interest:** None reported.

Address correspondence to: Juan Rodriguez-Martin, MD, Department of Trauma and Orthopaedics, Infanta Leonor University Hospital, Gran Via Este, 80, Madrid 28031 Spain.

E-mail address: [juanrodmar@yahoo.es](mailto:juanrodmar@yahoo.es) (J. Rodriguez-Martin).

Video online only at <http://www.jfas.org>

Open arthrodesis offers the advantages of secure fixation but usually requires extensive skin incisions, which can result in difficulties with wound healing, especially in patients with systemic conditions, such as diabetes, rheumatoid arthritis, long-term steroid use, or previous skin flaps or grafts. The use of external fixators has the disadvantages of a high rate of local infection of pin sites, a greater risk of nonunion and malunion, and poor patient tolerance.

Arthroscopic techniques are minimally invasive and have lower morbidity than traditional open TTC arthrodesis methods. The tibiocalcaneal arthroscopic arthrodesis with screws has been previously described (10–13). However, fixation of both tibiotalar and talocalcaneal joints with multiple screws can be technically complicated and may not provide maximum fixation stability.

To date, few published studies have detailed the technique and results of TTC arthrodesis with locked intramedullary nailing and arthroscopic assistance. Sekiya et al (8) reported a similar technique in 1 patient with rheumatoid arthritis using a nail with no holes for distal transfixation screws to allow bone compression. Bevernage et al (14) have recently described their early experience with 3 patients who had combined advanced arthritis of the ankle and subtalar joints.

In the present report, we report 2 cases of arthroscopic-assisted TTC arthrodesis with compressive intramedullary nail, 1 in a patient with symptomatic post-traumatic arthritis and 1 with a distal tibia